मानवी देह

भाग दुसरा

(प्रकरण ३५ ते ६३)

लेखक

डॉ. मल्हार विनायक आपटे

बी. एस्सी; एम्. बी. बी. एस्.



महाराष्ट्र राज्य

साहित्य आणि संस्कृती मंडळ

१९७०

प्रकाशक :

© सचिव
महाराष्ट्र राज्य
साहित्य व संस्कृती मंडळ,
सचिवालय, ५ वा मजला,
मुंबई– ३२

मुद्रक :

म. शं. साठे
दी प्राज्ञ प्रेस,
वाई (जि. सातारा)

पहिली आवृत्ति १९७०

मानवी देह

भाग दुसरा

प्रस्तावना

मानवी देह या पुस्तकाच्या पहिल्या भागात गर्भप्रकरणासह शारीरवर्णन येऊन गेले आहे. या दुसऱ्या भागात इंद्रियविज्ञानाचे निरूपण केले आहे. अलीकडे झालेल्या वास्तव आणि रसायन या शास्त्रांच्या वाढीने प्रस्तुत शास्त्रात त्या शास्त्रांचा समावेश अधिकाधिक होत आहे. इंद्रियविज्ञान हे जीवविज्ञानाचे एक अंग आहे. वास्तव रसायन आणि जीवविज्ञान या शास्त्रांच्या अभ्यासानंतर मानवी इंद्रियविज्ञानाचा अभ्यास वैद्यकीय विद्यालयात करावयाचा असतो. या तीनही शास्त्रांवर प्राथमिक स्वरूपाचे ग्रंथ मराठीत झालेले आहेत. तथापि या शास्त्रांच्या प्रौढ निरूपणास लागणारी परिभाषा अद्याप पुरेशी झालेली नाही. इंद्रियविज्ञानातील प्रकरणात उपयोगी पडतील अशी पुस्तके इंद्रियरसायन या नावाने इंग्रजीत झालेली आहेत, तशी मराठीत झालेली नाहीत; म्हणून येथे रसायनशास्त्राचे विवेचन करताना रसायन-परिभाषा बरीच वाढवून घ्यावी लागली आहे.

रसायनपरिभाषेसंबंधी दोन गोष्टी सांगणे आहेत त्या अशा की मूलद्रव्यांची चिन्हे आंतरराष्ट्रीय आहेत ती तशीच वापरली आहेत. त्यांची नावे या चिन्हावरून सुचण्याजोगी केली आहेत. दोन नावे सोडियम व पोटाशियम ही तशी नाहीत. ती इंग्रजी भाषेतील नावे असून आपल्याकडे पुष्कळ रूढ झाली आहेत. त्यांच्याशी जुळतील अशी नावे सामुद्र व पालाश अशी वापरली आहेत. सामासिक नावे कशी बनवावीत यासंबंधी काही आंतरराष्ट्रीय संकेत आहेत त्याच धरतीवर भाषांतराकरताही संकेत केले आहेत. तथापि या संकेतानुसार सिद्ध होणाऱ्या नावापेक्षा अधिक सुटसुटीत आणि लोकप्रसिद्ध द्रव्यनामास अनुसरून असणारी नावेच इंग्रजीत विशेष रूढ आहेत. त्याच धरतीवर मराठीतही नावे दिली आहेत. ती बहुशः संस्कृताधिष्ठच आहेत. जी सहज समजण्याजोगी नाहीत त्यासाठी मराठी साहित्य परिषदेचा परिभाषाकोश पहावा.

शास्त्रार्थाच्या दृष्टीने रसायनप्रकरणे लोणावळे येथील कैवल्यधामाचे रसायनी डॉ. करंबेळकर यांनी तपासून पाहिली आहेत. ध्वनिशास्त्रविषयक आणि वीज-ऐंद्रिय-विषयक भाग येथील ज्योतिर्विद्यापरिसंस्थेतील एक कार्यकर्ते

श्री. गोखले यांनी तपासले आहेत. संगीतविषयक भाग फ्लाइट लेफ्टनंट चि. गोवि[illegible] आपटे यांनी सांगितला तसा लिहिला आहे. इतिहास प्रकरणातील पाश्चात्य परंपरेचा इतिहास डॉ. आनंदराव परांजपे यांनी तपासला आहे. इतर प्रकरण डॉ. कोलते यांनी पाहिली आहेत. सर्व सहायकांचा मी आभारी आहे. प्रकरण लिहिताना बऱ्याच पुस्तकांचा उपयोग केला आहे. कोणत्याही पुस्तकाचा सरसक[illegible] अनुवाद केला नाही. काही पुस्तकातील विशेष विधाने आणि अंकात्मक कोष्टक आधारासाठी घेतली आहेत त्यांचा जेथल्या तेथे उल्लेख केला आहे, आकृत्यासाठी सुद्धा त्याच पुस्तकांचा उपयोग केला आहे.

शेवटच्या प्रकरणात इतिहास दिला आहे. त्यात पौर्वात्य परंपरेचा इतिहास देताना बहुशः मूळ संस्कृत परिभाषा कायम ठेवून सुश्रुतशारीरस्थानातील वचनांचे केवळ भाषांतर दिले आहे. त्यांच्या योग्यायोग्यतेबद्दल मतप्रतिपादन केलेले नाही कारण प्रत्यक्ष शारीर व ऐंद्रिय विषयांचे विवेचन अगोदर केलेले आहे, त्यावरू[illegible] वाचकांना आपले मत बनविता येईल. हठयोगग्रंथातील शारीरवर्णनाचा अर्थ बरा[illegible] गूढ आहे तो मला जसा सुचला तसा दिला आहे. सर चंद्रशेखर वेंकटरामन् यांन[illegible] नवे दृष्टिविज्ञान लिहिले आहे त्याची तज्ज्ञांकडून चर्चा अद्याप झालेली नाही म्हणून त्याचा समावेश केवळ इतिहासप्रकरणात केला आहे. या पुस्तकाच्या पहिल्या भागाचे दोन खंड आहेत. पहिल्या खंडाची पृष्ठे १ ते ४३२ (प्रकरण १ ते १५) दुसऱ्या खंडाची पृष्ठे ४३३ ते ८७७ आहेत. (प्रकरणे १६ ते ३४.)

वैनायकगृह,
८३४ सदाशिव पुणे ३०

म. वि. आपटे

अनुक्रमणिका

मानवी देह

भाग २

शुद्धिपत्र

पृष्ठ			
३	वरून	१७	.... 2 Isotonic ....
८		२	.... किलोग्राम ....
१२		४	.... Excitable
३१	खालून	३	1 Myotatic.
३३		४ व ५	.... तरतरी .... तरतरीच्या......
४२	खालून	४	.... तरस्विता–वर्धन
४३		७	.... शिथिलन प्रतीरण......
५६		५	1 Unconditioned ....
६४	खालून	६	.... मांसतरस्विता ....
६८		८	.... (Visceral) ....
९१		१३	.... 2 Bykov. Chatterjee
१२५	आ० २९.७ खाली		संस्थात्रप्रतीक
१२९		११	संस्थात्रमर्मास ....
१९४	खालून	८,९	.... (D Glyceraldehyde) ......
१९६	खालून	४	.... (........... प्र० ४५,४६)
१९६	वरून	७	Aminosugar
२०९	११ चे शेवटी		त्यावरून गुंजोलास अधिवर्धन जीवातु म्हणतात.
२५२	खालून	१०	अमोदीय ऊजद NH_4 OH अल्क आहे.
२५४		१४	४) बहुप्रोतव्य ....
२६३	ओळ शेवटची		.... Ammonium carbonate ......

२७९		१५	आयोडद ....
३३६		३	ऊजसंहृति . ...
३४१		१०	.... Valence
३५७		१२	3 Purkinje ....
३६१		८	.... तरस्विता ....
३६२	खालून	५	.... ,तरस्विता ....
३६३	खालून	९	तरस्विता
३६४		६	1 Hormones.
३९३	खालून	१६	.... हरकसूती ....
४१८	खालून	११	1 Fluorescent.
४३९	खालून	४	5 Stercobilinogen ....
४७७	खालून	११	.... दधिजामोदीनाम्लात
५१६	ओळ वरून	१७	अपत्याकडे
५२२	खालून	१०	.... ९ = $३^{२}$

प्रकरण ३५

चलनमीमांसा आणि वीज-ऐंद्रिय

या ग्रंथाच्या पहिल्या भागात शरीराचे अवयवशः वर्णन झाले. आता आपणाला या अवयवांचे कार्य कसे चालते ते पहावयाचे आहे. यासंबंधी जे शास्त्र त्यास ऐंद्रिय असे नाव दिले आहे. अवयवासच कार्यदृष्टया इंद्रिय म्हणावयाचे असा संकेत केला आहे. त्यावरून हे नाव दिले आहे. अगदी ढोबळ दृष्टीने—

डोळ्यानी बघतो, ध्वनी परिसतो कानी, पदी चालतो ।

इत्यादी गोष्टी सहज कळण्याजोग्या आहेत. पण यापेक्षा पुष्कळ अधिक बारकाईने पाहणे, ऐकणे चालणे या क्रिया कशा चालतात ते समजावून घेण्याजोगे आहे. डोळे कान हात पाय या अवयवांचे अवयव आपणास माहीत झालेले आहेत, आणि मांस चैतनगात्र इत्यादी गात्रेही माहीत झालेली आहेत. या तपशीलावरून क्रियाज्ञान विकसित करून घेतले पाहिजे. अन्न चावले जाते, जठरात उतरते आणि शेवटी मल बाहेर पडतात हे काही कोणास सांगावयास नको. पण अन्नाचे रसायनदृष्टया अनेक घटक आहेत, त्यांची रूपांतरे शरीरात कसकशी घडतात, शेवटी मल कसे उत्पन्न होतात, आणि असे होत असताना शरीरात राहते काय, त्याचा शरीरास उपयोग काय होतो, हे मुद्दाम प्रयोग करून ठरविलेले आहे. ते जाणून घेणे अवश्य आहे. या ज्ञानाचा उपयोग शरीरप्रकृती सुधारण्याकडे होतो हे साहजिकच आहे. वैद्यकीय व्यवसाय करणारास यासंबंधी ज्ञान अवश्य आहे.

शरीरातील अस्थि, संधी, स्नायू, यांच्या रचनेवरून यामिकदृष्टया शरीराचे चलन कसे घडते हे आपणाला कळून चुकलेलेच आहे. तथापि मांसतंतू आणि चेतनीतंतू यांचे सूक्ष्म संबंध आणि त्यांचा चलनामधे उपयोग कसा होतो, याविषयी ज्ञान मिळवून घेण्याचे राहिलेले आहे ते आता आरंभिले पाहिजे. आपल्या इच्छेच्या आधीन नसलेले असे एक चलन शरीरात नेमाने चाललेले असते ते हृदयाचे स्पंदन. विजेच्या साहित्याचा उपयोग करून या चलनाचा पुष्कळ विस्तरशः अभ्यास झालेला आहे. त्याचा उपयोग चिकित्सेच्या कामी होत आहे. अतिसूक्ष्म असे विजेचे तरंग आपल्या मेंदूत उत्पन्न होत असतात. त्याचेही किंचित् परिशीलन येथे करून घेणे हिताचे आहे.

स्वयंप्रेरणेने हालचाली करता येणे हा प्राणिमात्राचा विशेष आहे. वानसाच्या अंगी असे कर्तृत्व नसते. हे कर्तृत्व मांसपेशींनी प्रकट होते. काही मांसपेशी आकरसतात आणि काही लांबतात. परिणामी काही अवयव किंवा सबंध देह सुद्धा एका ठिकाणचा दुसऱ्या ठिकाणी जातो. आपल्या इच्छेची प्रेरणा मांसपेशीस पोचते ती चेतन्या म्हणून जे अवयव सांगितले आहेत त्यातून पोचते. चेतनी व मांसपेशी यांचा संबंध तुटला तर प्रेरणा मांसास मिळत नाहीत; असे मांसचेतनी वियोग घडण्याचे प्रसंग फार क्वचित् घडतात. पण घडतात तेव्हा ही गोष्ट कळून येते. इच्छेची प्रेरणा थेट मांसाला मिळावी अशी शरीरात योजना नाही. इच्छा-प्रेरणा चेतनीद्वाराच मांसतंतूंना मिळावी अशी योजना आहे. तथापि मांसास प्रेरणा थेट लागू पडत नाही असे नाही. बाहुपुरःस्थ द्विदल स्नायूच्या मांसपेशीवर जोराने बोट आडवे दाबून सरकवले असता अशी प्रेरणा लागू पडते असा अनुभव येतो. मांस नेहमीच त्वचेने आच्छादलेले असते तेव्हा त्याला अपरोक्ष चेतना सहजगत्या देता येत नाही. त्वचेच्या द्वारा दिली तरी ती परोक्षच झाली. अशी परोक्ष प्रेरणा विजेच्या बदलत्या प्रवाहाच्या रूपाने देता येते. इतर प्राण्यांचे मांस उघडे करून त्यास प्रेरणा परोक्षपणे चेतनीद्वारा किंवा अपरोक्षपणेही देता येते. विजेच्या प्रेरणाचा उपयोग करणे फार सोयीचे असते, कारण त्याचे मोजमाप फार बारकाईने करता येते. **स्वाभाविक प्रेरणा चेतनीद्वाराच मिळतात** म्हणून तशाच परोक्ष पद्धतीने त्या प्रयोगादाखलही वापरण्याची रीत आहे.

आपण जिला मांसपेशी म्हटले आहे तिच्यात अनेक **मांसतंतू** असतात. आपण जिला **चेतनीतंतू** म्हटले आहे तिच्यातही अनेक चैतनतंतू असतात. मांसतंतू ही एक पेशिका असते. चैतनतंतू ही सुद्धा एक पेशिका असते. मांसपेशिकेमध्ये प्राकलाचे लांबट भाग झालेले असतात ती तंतुके होत. प्रत्येक चैतनतंतू-तही अनेक तंतुके अस-तात ती सर्व एकाशी एक जुळून असतात. शेवटी मांसपेशीत गेल्यावर मात्र ती वेगवेगळी होतात. काहीत ती दहापाच अस-तात तर काहीत ती







आ० ३५·१:१ शिथिल; २ प्रतत; ३ संकुचित मांसतंतू.

शेदीडशे देखील असतात. मांसात चेतनीतंतू शिरताना त्या तंतूवरील समन्वयी आवरण आणि मांसतंतूवरील आवरण सलग होतात. आता आतील **चैतन प्राकल** आणि **मांसप्राकल यांचा थेट संपर्क** होतो. ती एकजीव होतात की नाही हे समजणे कठीण आहे, पण ती सलग होतात एवढे मात्र दिसून येते.

एकंदर अवयवाची हालचाल होऊ न देता आपणाला आपले मांसपिंड घट्ट करता येतात. अशा वेळी मांसतंतूंची लांबी बहुतांशी जितक्यास तितकीच राहते, परंतु त्यात ताण मात्र उत्पन्न होतो. अशा वेळी मांसतंतूच्या काही भागात किंचित् संकोच झालेला असून बाकीच्या भागात तितकाच प्रसार झालेला असतो. अशा संकोचास **एकायाम**[१] **संकोच** म्हणतात. आयाम=लांबी. एकादा वजनदार पदार्थ हातात धरून आपण वर उचलतो तेव्हा आपल्या हाताच्या काही मांस-तंतूंचा संकोच घडून येतो. त्याची लांबी स्पष्टपणे कमी होते, रुंदी वाढते. अशा संकोचास **एकताण**[२] **संकोच** म्हणतात. पदार्थ लहान मोठा उचलू त्याप्रमाणे ताण लहान मोठा असतो. वजन वाढवीत जाता एका मर्यादेपलीकडे ते उचलता येत नाही, तरी मांसतंतूत ताण उत्पन्न होतोच होतो. हा ताण लांबीच्या अनुरोधानेच असतो. लांबी वाढवण्याची वृत्ती वजनाची असते. तिला विरोध करणारा गुण तो ताण[३], असा येथे अर्थ घ्यावयाचा असतो.

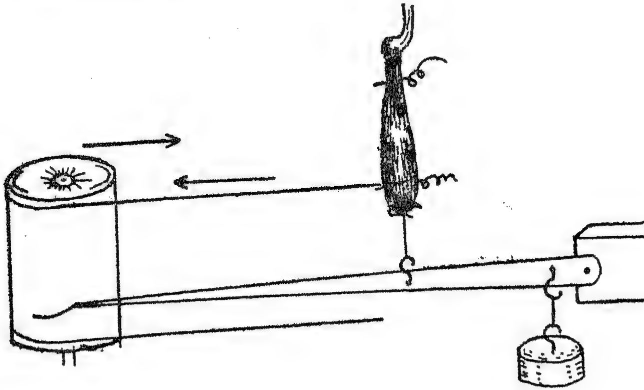
1 Isometric. 2 Isotomic. 3 Tension तन्यता.

निकोप आणि अभंग शरीरात मांससंकोच वरचेवर घडतात ते पूर्णपणे एकायाम किंवा पूर्णपणे एकताण असे केव्हाही नसतात, हाताने उचल साचल न करता तो हालवणे यात संकोच घडतो तो बहुतांशी एकताण असतो, आणि अतिरिक्त भारी वजन उचलण्याच्या प्रयत्नात घडतो तो बहुतांशी एकायाम संकोच होय. विश्रांत मांसतंतू लुला असतो, उद्युक्त मांसतंतू ताठ असतो आणि संकुचित मांसतंतू ताठ असून आखूड व जाड असतो. मांसतंतूत प्रवाही द्रव्य असते त्याची मांडणी संकोच घडून येताना बदलते, आणि प्रसरण घडून येताना पुनः बदलते. या गोष्टीस काही वेळ लागतो. मांसतंतू ताण घेऊन ताठ होणे ही जशी एक क्रिया आहे तशी ताण सोडून सईल होणे ही दुसरी क्रिया आहे. प्रत्येकीस काही वेळ लागतो. तो मोजण्याचा प्रयत्न झालेला आहे. **संकोचनाचा काल**[१] **आणि शिथिलनाचा काल**[२] बहुधा समसमान असतात. दोही मिळून ०·१ सेकंद इतका अल्पकाळ असतो. मांसतंतूस प्रेरणा मिळाल्याबरोबर संकोचन घडते असे नाही. तत्पूर्वीही काही काल जातो त्याला **मुग्धकाल**[३] म्हणतात. हा काल ०·०१ सेकंद इतका थोडा असतो. मांसतंतूच्या वर्तनातील हे तपशील पशुमांसावरील प्रयोगा-

वरून काढलेले आहेत. पशूंमध्ये विविधता पुष्कळ आहे तरी या बाबतीत ती आढळून येत नाही. पशूप्रमाणे मानवही स्तनी आहे यावरून, आणि मानवावरही प्रयोग झालेले आहेत त्यावरून, ही मापे मानवासही लागू आहेत, असे आढळून येते.

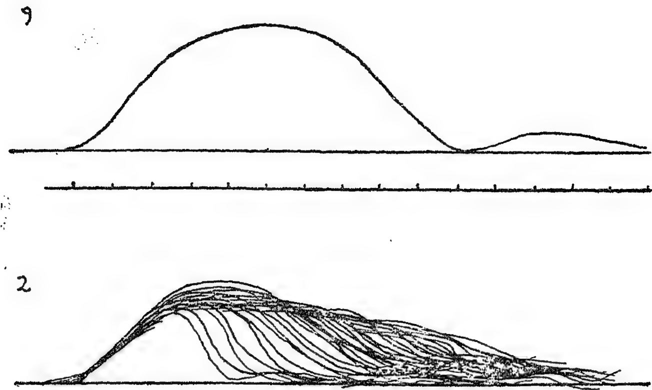
1 Contraction period. 2 Relaxation period.
3 Latent period.

मुग्धकाल, संकोचनकाल, प्रसरणकाल (शिथिलनकाल) जे आताच सांगितले ते क्षणिक प्रेरणांनी उत्पन्न होणारे परिणाम आहेत. नित्य जीवनात माणूस ज्या अगदी चलाखीच्या म्हणून क्रिया करतो त्यांचा काल देखील ०.१ सेकंदापेक्षा अधिक असतो. दीर्घ काल उभे राहणे किंवा आणखी काही काम करणे झाल्यास मांसताण तास नि तास राखला जातो. या कामी ज्या प्रेरणा उत्पन्न होतात त्या



आ० ३५.२ मांससंकोचनाचे आलेखन.

मेंदूतून चेतनीद्वारा मांसास मिळत असतात. त्यांचा आरंभ मात्र आपल्या इच्छेने झालेला असून त्यात कमी-अधिकपणाही इच्छेनुसार आणला जातो. क्षणिक एकादीच प्रेरणा येते असे सहसा घडत नाही. एकादे वेळी स्वप्नात किंवा अर्धवट झोपेतील तंद्रीत किंवा मननाच्या आरंभी अवस्थेत एकेरी झटका[1] (झक्कार) अनुभवास येतो. पण त्याचा नेम सांगवत नाही. पशुमांसपेशीवर प्रयोग करताना मात्र क्षणिक प्रेरणा देता येते. पशुमांस अलग करून संजीवन–विद्रवाने[2] जिवंत ठेवता येते आणि त्यास विजेच्या प्रेरणा देता येतात. अशा **प्रेरणा परोक्ष रीतीने**



आ० ३५·३ एकाकी संकोच व ग्लानिपरिणाम.

चेतनी-द्वारा दिल्या जातात. चेतनीधाग्याच्या लहानशा भागात विजेचा संतत प्रवाह सोडला असता असे आढळते की, प्रवाह सुरू करताना आणि थांबवताना मात्र मांससंकोच घडतो, प्रस्तुत प्रवाह दुर्बल असला म्हणजे सुरवातीस मात्र संकोच घडतो; प्रवाह मध्यम असला तर सुरवातीस व थांबवणीसही संकोच घडतो; आणि प्रवाह प्रबल असला म्हणजे धनप्रस्थ मांसाजवळ असल्यास केवळ थांबवणीस संकोच घडतो, परंतु ऋणप्रस्थ मांसाजवळ असल्यास केवळ सुरवातीसच संकोच घडतो. यावरून तत्त्वबोध असा होतो की:–

1 Twitch. 2 रक्तप्रकरण अखेर पहा.

१) प्रवाहाच्या सुरवातीला किंवा त्याचे बल[1] वाढवताना ऋणप्रस्थाच्या[2] जागी स्फुरण[3] उत्पन्न होऊन इतरत्र पसरते.

1 Strength. 2 Negative electrode. 3 Excitation.

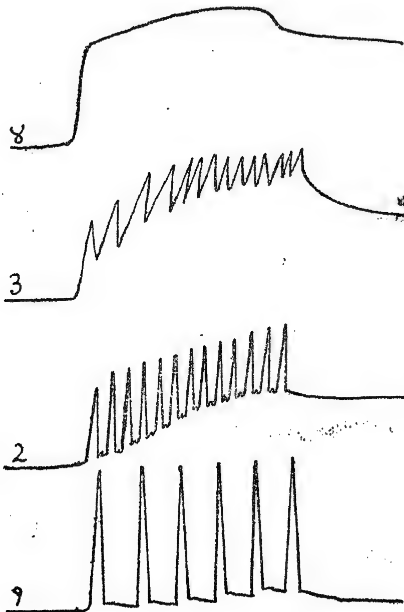
२) प्रवाहाच्या थांबवणीला किंवा त्याचे बल उतरवताना धनप्रस्थाच्या[4] जागी स्फुरण उत्पन्न होऊन इतरत्र पसरते. 4 Positive electrode.

३) प्रवाहबल सतत एकच ठेवले तर थोपवणीच्या वेळी होणाऱ्या स्फुरणापेक्षा सुरवातीचे स्फुरण अधिक असते.

विजेच्या प्रवाहाचे बळ दोन गोष्टीवर अवलंबून असते. विजेचा दाब किंवा विजेचे ऊर्ज[1] आणि ती ज्यातून वाहणार त्या वाहकाचा विरोध.[2] ऊर्जाच्या मानाने बल अधिक आणि विरोधाच्या मानाने ते कमी होते. मनुष्यशरीराच्या बाबतीत

विरोध शरीरघटना व आकृती यावर अवलंबून असतो. कोणत्याही माणसाच्या बाबतीत तो एकाएकी बदलत नाही. खूप जेवण झाले, अंगाला घाम आला, असे काही असेल तर तो बदलेल. असे काही न झाल्यास **माणूस सुमारे ८० (व्होल्ट) V विजेचे ऊर्ज सहन करू शकतो.** शरीराशी व्यवहार करताना ऊर्ज यापेक्षा पुष्कळ कमी असले पाहिजे हे उघड आहे. 1 Voltage. 2 Resistance.

आपल्या कांकालिक मांसपिंडांनी जे काम आपण करतो त्याचा कालावधी एका मांसझक्कारास लागणाऱ्या अवधी इतका अल्प कधीच नसतो. तो पुष्कळ अधिक असतो. तेव्हा आपल्या या क्रिया झक्कारस्वरूपाच्या कधीच नसतात. त्यांचे स्वरूप तुटक झक्कार असे नसले तरी ते झक्कारमालिकांच्या स्वरूपाचे असणे संभवते. एका झक्कारात सुप्तकाल, संकोच काल व प्रसरणकाल अशा तीन अवस्था असतात. त्यांपैकी तिसरी अवस्था संपण्यापूर्वीच जर नवीन प्रेरणा मिळाली तर अंशतः संकुचित मांसासच पुनः संकोच करावयास लावल्यासारखे होते. पहिल्या संकोचात दुसऱ्या संकोचाची मिळवणी होते. तिसऱ्या अवस्थेच्या आरंभीच नव्या प्रेरणेचा संकोचपरिणाम सुरू झाला म्हणजे एका संकोचानंतर पुनः संकोचच चालू राहतो, इतकेच नव्हे तर त्या संकोचाची यत्ताही वाढते. एकीमागून दुसरी प्रेरणा देणे म्हणजे **प्रेरणेचा कंप** चालू ठेवणे होय. या कंपांची क्षिप्रता (पुनर्योजना) म्हणजेच कंप्रता सेकंदात ३० च्या पेक्षा अधिक असली म्हणजे संतत-संकोच[१] चालू राहतो. ही कंप्रता[२] १०० च्या वर नेली म्हणजे संकोच इतका मोठा होतो की दोन विभक्त प्रेरणांच्या परिणामांच्या बेरजेपेक्षाही तो मोठा असतो. कंप्रता आणखी वाढली म्हणजे मात्र उलट परिणाम होतो. म्हणजे संकोच मुळीच घडत नाही. संकोच जादा घडण्याची अवस्था



आ० ३५·४ संततसंकोच

ती परमोत्साही[3] अवस्था म्हणतात आणि नंतरची अवस्था निरुत्साही अवस्था किंवा मुग्धावस्था[4] म्हणतात.

1 Tetanic contraction. 2 Frequency.
3 Exaltation phase. 4 Refractory phase.

प्रेरणांची कंप्रता चारपाचशे केल्याने संततसंकोच न घडता मांसात निरुत्साही अवस्था येते. यावरून असा बोध होतो की मांसाकडून व्यवस्थित काम घडण्याला देण्यात येणारी **प्रेरणा खंडितच पाहिजे** ती अखंड उपयोगी नाही, इतकेच नव्हे तर तिच्यात पडणारे खंड संकोचकालाच्या सुमाराचे पाहिजेत. स्वाभाविकपणे जी मांसकार्ये घडतात ती घडत असता त्यास ज्या प्रेरणा चेतनीद्वारा मिळतात त्या अर्थात् अशाच झक्कारमालिकांच्या स्वरूपाच्या असल्या पाहिजेत. ती एक दीर्घकालिक प्रेरणा नसते, तर अल्पकालिक प्रेरणांची मालिका असते. दोन प्रेरणातील कालांचे अंतर अर्ध्या दशांश सेकंदाच्या सुमारात असते. मांसतंतूचा पहिला गुण प्रतीत होतो तो संकोच्यता[1] हा होय. त्याच्याच बरोबर दुसरा गुण प्रतीत होतो तो प्रसार्यता[2], तिसरा गुण प्रतीत होतो तो तन्यता[3] आणि चवथा प्रतीत होतो तो प्रेर्यता[4] हा होय. या प्रेर्यतेच्या मर्यादा आताच पाहिल्या. कंप्रतेचा विचार करताना बल योग्य मर्यादेत असावे हे उघडच आहे.

1. Contractility. 2. Extensibility. 3. Tonicity.
4. Excitability.

मांसतंतू आकरसतो तेव्हा त्याची लांबी कमी होते आणि रुंदी वाढते. विशेष बलाने ताण दिला असता लांबी किंचित् वाढू शकते पण हा बलात्कार निघून जाताच ती पूर्वपदावर येते. अर्थात् या बलात्कारासही मर्यादा पाहिजे. त्या पलीकडे मांसतंतू तुटून जातो. मर्यादेत का होईना पण पूर्वपदावर येण्याचा जो गुण त्यास स्वाग्रह[1] किंवा चिवटपणा म्हणतात. हा चिवटपणा फार महत्त्वाचा आहे. मांसकार्य आखूड–लांब होण्यानेच साधावयाचे असते. पुरेपूर चिवटपणा किंवा स्वाकृतीचा आग्रह असला तरच ते साधते. एकादी मांसपेशी जास्तीत जास्त किती ताण सहन करू शकते यावरून तिचे बल, पराकाष्ठेचे बल[2], मोजण्याची पद्धत आहे. साधे उदाहरण घ्यावयाचे तर जास्तीत जास्त किती वजन हाताने उचलता येते ते पाहिल्याने उचलण्यास उपयोगी पडणाऱ्या **स्नायूचे बल** मोजले जाते. मांसपेशीची जाडी तिच्यातील मांसतंतूच्या संख्येवर अवलंबून असते. म्हणून तंतुबलाचा विचार करताना या संख्येचाही विचार केला पाहिजे. व्यवहारतः तंतू

मोजणे शक्य नसते. म्हणून आडव्या छेदाच्या पृष्ठागणिक–बल[3] असे मोजतात. मानवी मांसपेशीच्या बाबतीत हे बल १ cm.[2] गणिक ५ ते १० किलोग्रॅम भरते.

1 Elasticity. 2 Absolute muscular strength. 3 Specific muscular strength.

एकाद्या मांसपेशीला लागोपाठ पुष्कळशा प्रेरणा देत राहिल्यास क्रमशः संकोचाची यत्ता कमी कमी होत जाते, शिथिलनकाल उत्तरोत्तर वाढत जातो, म्हणजेच अतिसंकोच[1] घडतो. होता होता संकोच मुळी घडतच नाही. अर्थातच मांसपेशीचे बल नाहीसे होते, तिला ग्लानी[2] येते. सामान्य भाषेत थकवा आला असे म्हणतात. येथे मांस आणि त्यातील चेतनी अशा दोन गात्रांचा संबंध आहे. त्यांपैकी कोणत्या एकास ग्लानी येते, का दोहोसही येते ? असा येथे प्रश्न उत्पन्न होतो. मांसास अपरोक्ष म्हणजे थेट प्रेरणा देणेही शक्य आहे. अशा प्रसंगी चेतनीद्वारा ग्लानी आल्यानंतर अपरोक्ष मांसप्रेरणाने मांससंकोच घडून येतो असे आढळते.. त्यावरून **ग्लानी प्रथम चैतन गात्रात** येते असे म्हणावे लागते. चैतन गात्राचेही दोन भाग पृथक्पणे तपासण्याजोगे आहेत. एक चेतनीदाम[3] आणि दुसरा चेतनीची मांसांत गुंतलेली अग्रे. चेतनीची अग्रे सुन्न करणारे एक औषध आहे, आणि चेतनीदामाची जागृती पहाण्याचेही साधन आहे. त्यांचा उपयोग करून पाहता, ग्लानी येते ती प्रथम या मांसचेतनी-दुव्यातच येते. दामजागृती असतानाच दुवा निकामी केला असता प्रेरणा मांसात जात नाही, ग्लानी येते तेव्हा मांस व चेतनीदाम यात जागृती असते, असे आढळते.

1 Contracture. 2 Fatigue. 3 Nerve trunk.

आपल्या स्वाभाविक व्यवहारात कांकालिक मांसपेशींना प्रेरणा मेंदूकडून चेतन्यांच्या मध्यस्थीने मिळतात. एकादी क्रिया, उदाहरणार्थ हाताच्या एका बोटाने दोरी ओढून तिजवर टांगलेले वजन उचलणे हे करून थकवा आल्यानंतर त्याच बोटाच्या कार्यकारी मांसपिंडास अपरोक्ष म्हणजे थेट विजेच्या साह्याने प्रेरणा देता येतात. अशा प्रसंगी आढळून येते की, अशा अपरोक्ष प्रेरणेने थकव्याच्या सुमारास होत होता त्याहूनही अधिक मांसतंतूचा संकोच होतो, कारण वजन अधिक उंचीवर उचलले जाते. यावरून असे सिद्ध होते की प्रथम थकवा येतो तो मांसतंतूंना नव्हे तर मध्यवर्ती चैतन व्यूहातील पेशिकांना येतो. श्रमानंतर काही काळपर्यंत विश्रांती घेतली तर मांसतंतू व तत्संबद्ध चैतन तंतू पुनः कार्यक्षम होतात. ही विश्रांतीही दोन प्रकारे घेता येते. केवळ थकवा आलेल्या अवयवांसच विश्रांती पण दुसऱ्या एकाद्या अवयवास थोडेसे श्रम, हा एक प्रकार झाला. दुसरा

प्रकार असा की सर्वच ऐच्छिक क्रिया बंद ठेवणे. पहिला प्रकार **श्रांतविश्रांती**[1] आणि दुसरा **संपूर्ण विश्रांती**[2] होय. श्रांत अवयव चांगले कार्यक्षम होण्यास श्रांतविश्रांतीच संपूर्ण विश्रांतीपेक्षा अधिक हितावह ठरते. पहिल्या प्रकारच्या विश्रांतीने दुसरीपेक्षा कार्यक्षमता अधिक येते. 1 Active rest 2 Complete rest.

परिश्रमाने येणाऱ्या ग्लानीच्या कारणांचा विचार करता असे सुचते की शक्तिदायी जे शार्करद्रव्य आणि हवेतून मिळावयाचे ऊर्वद्रव्य O_2 ही कमी पडल्याने ग्लानी येत असेल, किंवा चलनक्रियेने जे मल उत्पन्न होतात ते मांसाभोवती साठल्याने ग्लानी येत असेल. दोनही कारणे एकदम लागू होत असतील असेही शक्य आहे. प्रयोगार्थ पशुशरीरातून बाहेर काढलेल्या आणि अगोदर थकलेल्या मांसपेशीची तपासणी करताना असे आढळते की शार्करद्रव्याचा तुटवडा म्हणण्यासारखा उत्पन्न झालेला नसतो. आता न थकलेली मांसपेशी बाहेर काढून तिच्या रक्तवाहिन्यातून तक्रिकाम्लादि[1] मलद्रव्ये मुद्दाम खेळविली तर थकव्याची सर्व लक्षणे उमटतात आणि ती मल-द्रव्ये जर लवणविद्रवाने धुवून काढली—लवणविद्रवच रक्तवाहिन्यातून खेळविले तर— ग्लानीची लक्षणे नाहीशी होतात, असे आढळते. यावरून हे सिद्ध आहे की, तक्रिकाम्लादि **मलद्रव्ये ग्लानी उत्पन्न करतात**. अन्नद्रव्यांचा तुटवडा हे ग्लानीचे कारण नसून मलद्रव्यांचा संचय हेच ग्लानीचे कारण असते.

1 Lactic acid

मांसतंतू लांबट असतो. तो संकोच पावतो तेव्हा सर्वच्या सर्व एकदम संकोचत नाही. क्रमाक्रमाने शेजार शेजारचा एकेक भाग संकोच पावतो आणि पसरतोही. अशी ही **संकोचाची लाट** पसरत असते. ही लाट पसरण्याचा वेग मोजता येतो. या कामी विशेष सुग्रहण[1] साधने वापरावी लागतात. अशा साधनांनी समजून येते की, ही लाट किंवा हा तरंग पशुमांसामध्ये सेकंदास ६ मीटर या वेगाने पसरत असतो. मानवमांसातही तोच वेग असण्याचा संभव आहे. जी गोष्ट मांसतंतूची तीच चेतनीतंतूची असावी असे समजून त्या बाबतीतही तपास कसोशीने झालेला आहे. या तपासात असे आढळून आले आहे की, चेतनीतंतूत सुद्धा स्फुरण क्रमशःच पसरते. या पसरण्याचा वेग वेगवेगळ्या चेतन्यात वेगवेगळा असतो. मांसचालना करणारे जे चेतनीतंतू असतात त्यात हा वेग सेकंदास ६० ते १२० मीटर पर्यंत असतो. वेदना वाहणारे अंतर्मुख चेतनीतंतू असतात त्यात आणि सामान्यतः कारुणिक तंतू असतात त्यात हा वेग सेकंदास १ ते ३० मीटरपर्यंत असतो. सामान्यतः तंतू अधिक जाड असला म्हणजे त्यातील स्फुरणवहनाचा वेग अधिक असतो. 1 Sensitive.

चेतनीतून स्फुरण पसरण्याचा वेग आणि मांसतंतूत स्फुरण पसरण्याचा वेग हे दोन्ही माहिती आहेत. आता चेतनीस प्रेरणा देऊन त्याचा परिणाम मांसतंतूच्या अंती प्रकट होण्याचा वेळ मोजला तर तो किती भरला पाहिजे हे दोन तंतूच्या सांध्यापासून आरंभाचे आणि अंताचे अंतर मोजून ठरू शकते, हे उघड आहे. प्रत्यक्षात प्रस्तुत वेळ त्याहून अधिक भरतो. तो का ? या प्रश्नाचे उत्तर असे सुचते की, **दोहोंच्या सांध्यात हा विलंब** होत असला पाहिजे. या सांध्यात काही रासायनिक विक्रिया होत असली पाहिजे, असा एक तर्क आहे. रासायनिक आणि अरासायनिक क्रियासंबंधी एक महत्त्वाची गोष्ट अशी आहे की १०° ने तपमान वाढविल्यास (रासायनिक) विक्रियावेग दुप्पट तिप्पट होतो; इतर (अरासायनिक) क्रियांचा वेग फार तर पंचमांशाने वाढतो, अधिक नाही. तपमानवाढीचा परिणाम पाहता तो रासायनिक क्रिया दर्शविणाराच आहे असे आढळते. रासायनिक तपासणी करता असे आढळून येते की, स्फुरण-संक्रमाचे प्रसंगी अशीतिल पित्तामोद[१] हे द्रव्य उत्पन्न होते आणि मांसाच्या निरुत्साही अवस्थेत ते एका वितंचकाच्या[२] योगाने नाहीसेही होते. प्रस्तुत विषयात एक गोष्ट स्पष्ट होते की, स्फुरण– **संक्रमण नेहमी संचालक चेतनीतून मांसात होते, उलट होत नाही.**

1 Acetyl choline. 2 Enzyme, विरजण.

कांकालिक मांस आणि **कोष्ठमांस** यांच्या अंतर्गत रचनेत भेद असतो तो मागेच सांगितला आहे. त्यांच्या कार्यरीतीतही भेद असतो तो आता पाहिला पाहिजे. संकोचन हा कोष्ठमांसाचाही धर्म आहे. कोष्ठमांसतंतूचे **संकोचन** आणि त्यामागोमाग होणारे **प्रसरणही** कांकालिक मांसतंतूच्या पेक्षा फार **सावकाशीचे** असते. मुग्धकालच अनेक सेकंदे चालतो. संकोचनकाल २० सेकंद किंवा अधिकही चालतो. ही झाली क्षणिक प्रेरणाच्या परिणामाची गोष्ट. या प्रसंगी किमान प्रेरक सुद्धा कांकालिकाला लागतो त्यापेक्षा अधिक लागतो. लागोपाठ प्रेरणा दिल्या असता कोष्ठमांसात संततसंकोच घडून येतो. या प्रेरणामधील कालाचे अंतर कांकालिक मांसास लागते त्याहून अधिक असलेले चालते. कोष्ठमांसाचा संततसंकोच फारच दीर्घकाल टिकून राहतो. पचनेंद्रियातील मांसतंतू तासनि तास संकोच संभाळून राहतात. रक्तवहिन्यांच्या रचनेत जे मांसतंतू असतात त्यांचा विचार केला तर असे म्हणावे लागते की, त्यांचा संकोच तर जन्मभर चालू असतो. तो मुळीच नाही असे सहसा घडत नाही. तो कमी अधिक होतो पण नेहमी असतोच. त्यास पूर्ण विसावा नसतो. अशा दीर्घकालिक संकोचास **तरतरी**[१] किंवा तरस्विता असे नाव दिले आहे. कांकालिक मांसाला सुद्धा जागृता-

वस्थेत अशी तरतरी असते. तरतरी हा अल्पमात्र पण दीर्घकालीन संकोच असतो.

1 Tone. Tonic contraction.

इतर गात्राप्रमाणे **चैतनगात्रातही चयन** – रासायनिक घडामोड– सतत चालू असते पण ती अगदी थोडकी असते. चेतनीमधे ऊर्वाचा व्यय होतो आणि कौद्वाचा उद्भव होतो. ऊर्वाबरोबर चैतनपेशिकेतील शार्कर व ओषट द्रव्ये खपत असतात. ऊर्व मिळाला नाही तर चेतनीचे चेतनीयत्व– स्फुरण येण्याचा गुण– आणि वाहकत्व या दोनही गुणांना बाध येतो. तक्रिकाम्ल, अमोद, आणि पस्फुरिकाम्ल[1] हे मल चेतनीत उत्पन्न होतात. बाह्य प्रेरणा दिल्या असता चेतनीतील चयन १६ टक्के वाढते. मांसतंतूत उष्णता उत्पन्न होते तशी चेतनीतंतूतही उष्णता उत्पन्न होते, परंतु ती पुष्कळच कमी मानाने उत्पन्न होते. मांसात उत्पन्न होते त्याच्या दशलक्षांश ती कदाचित भरेल. विशेष सुग्रहण साधनांनीच ती कळून येणे शक्य आहे. मांसातल्याप्रमाणेच चेतनीतही उष्णतोद्भव अंशत: थोड्या विलंबाने होतो. हा अंश एकंदर उष्णतेच्या एक दशांशाच्या सुमारात असतो.

1 Lactic acid. Ammonia. Phosphoric acid.

प्रत्येक प्राण्यावर त्याच्या भोवतालच्या सृष्टिघटकांचा काहीना काही परिणाम होत असतो. त्यातील काही गोष्टींची जाणीव प्राण्याला आपोआप होत असते आणि काहींची अनुभवाने उत्पन्न होते. या जाणिवेने आपल्या हितासंबंधी जागृती प्रत्येकाला थोडीबहुत असते. तिलाच **चैतन्य**[1] असे म्हटले आहे. हे चैतन्य संकलित-पणे ज्याचे त्याला असतेच पण विभक्तपणे प्रत्येक गात्रपेशिकेलाही असते. वरिष्ठ प्रतीच्या प्राण्यात अशा तऱ्हेचे चैतन्य विशिष्ट गात्रात एकवटलेले आढळते. ते एकंदर शरीरास अनुलक्षून उत्पन्न होत असून त्यानुसार काही कर्मही तसेच सर्व शरीराच्या संकलित हितास अनुलक्षून घडत असते. या विशिष्ट गात्रास आपण चैतन गात्र म्हटले आहे. वरिष्ठ प्राण्याचा देह अनेक अवयवांचा बनलेला असतो. त्यांचे परस्परावरही परिणाम घडत असतात. त्यांना अनुलक्षूनही शरीरव्यापार असावे लागतात आणि असतातही. परिस्थिती आणि अंत:स्थिती या दोहींना अनुलक्षून व्यापार घडत असतात. व्यापारक किंवा कारक[2] अवयवही विशिष्ट असतात. चैतन गात्रात जे स्फुरण उत्पन्न होऊन कारक गात्रास मिळते त्याला चेतना[3] असे नाव आहे. चेतना उत्पन्न करणारे जे अंतर्गत किंवा बाह्य कारण ते चेतक[4] होय. व्यापारक गात्रात प्रमुख गात्र मांस होय. ते चेतनीय[5] असते, म्हणजे

ते चेतना घेऊ शकते. चेतनी-तंतू देखील चेतनीय असतो म्हणजे असे की तोही चेतकापासून चेतना घेऊ शकतो.

1 Irritability. 2 Effector organ. 3 Stimulus 4 Stimulus=Stimulating agent. 5 Excitalle.

ठोका, चटका, विजेचा झटका, असे निरनिराळे **चेतक** संभवतात. त्यापैकी वीजयोग हाच चेतक सोईस्कर आहे. त्याचे मोजमाप नीट करता येते आणि त्याला योग्य मर्यादेत वापरणेही सोयीचे असते. स्वेच्छा हाही एक चेतक आहे. पण त्याचे माप करणे सोयीचे नाही. चेतनेचे परिणाम कारक इंद्रियांच्या द्वारे दोन होऊ शकतात. मांससंकोचन आणि स्रवण. त्यापैकी पहिलाच परिणाम मोजमापास सुलभ आहे. चेतकाची यत्ता कमी-जास्त असू शकते. त्याची एक किमान यत्ता असते. तिजपेक्षा ती कमी असल्यास परिणाम काही घडत नाही. चेतनीय गात्राच्या अवस्थाभेदाने हे किमानही[1] कमी जास्त असू शकते. उदाहरणार्थ. बऱ्याच विश्रांती-नंतर मासतंतूत चेतना उत्पन्न होण्याचे जे किमान असते ते पुष्कळ वेळ श्रम केल्यानंतर कायम रहात नाही, वाढत जाते. तोच तितकाच परिणाम होण्यास अधिक यत्तेचा चेतक पाहिजे, असे होते. होता होता मांस मुळी चेतना घेतच नाही. किमान अतिशय होते, चेतनीयता[2] शून्य होते, थकवा येतो.

1 Threshhold. 2 Excitability.

अंतर्मुख[1] आणि बहिर्मुख[2] असे दोन प्रकारचे चेतनीतंतू असतात. मांस-तंतूंना प्रेरणा देणारे तंतू बहिर्मुख असतात, तसेच प्रपिंडातून स्राव उत्पन्न होण्यास प्रेरणा देणारे तंतूही बहिर्मुख असतात. यांतील चेतनांनाच आपण प्रेरणा म्हटले आहे. कारक चेतना त्या प्रेरणा असेही म्हणता येईल. अंतरिंद्रियात पसरणारी विगूढानामक चेतनी आहे. तिच्यात काही बहिर्मुख तंतू आहेत ते कारक नाहीत, उलट चालू क्रिया बंद पाडणारे आहेत. असे तंतू हृदयाच्या मांसात जाणारे आहेत. एकादे वेळी असे घडते की पोटावर मोठा ठोसा बसतो. त्याचा परिणाम असा होतो की, हृदयाची क्रिया बंद पडते. थोड्याच वेळात हृदय चालू झाले तर ठीक, नाही तर मृत्यूच ओढवतो. अशा प्रसंगी पोटात जेथे ठोसा बसला असेल तेथील अंतर्मुख– चेतनीतंतू–द्वारा अंतर्मुख चेतना मेंदूकडे जातात आणि मेंदूतून बहिर्मुख चेतना विगूढा चेतनीत उतरून परिणामी हृदयस्पंदन थांबते. स्पंदन हा हृदयमांसाचा धर्म आहे. त्या अन्वये स्पंदन चालू असते ते थांबवणे म्हणजे प्रेरणा नव्हे ही **प्रतीरणा**[3] झाली. प्रती म्हणजे उलट ईरणा म्हणजे क्रिया झाली.

प्रेरणाच्या उलट प्रतीरणा हा एक चेतनेचा प्रकार होऊ शकतो, हे या उदाहरणावरून समजून येते.

1 Afferent. 2 Efferent. 3 Inhibition.

स्वाभाविकपणे चित्तिकेत[1] चेतना उत्पन्न झाली म्हणजे ती तिच्या मुख्य (महा) प्रसराला अनुसरून दुसऱ्या टोकाकडे जाते. कृत्रिम रीतीने चेतना उत्पन्न करतात तेव्हा ती मध्येच उत्पन्न केली असता दोनही टोकाकडे पसरते. परंतु एका चित्तिकेतून दुसरीत जाताना ठराविक दिशेनेच जाते. इतर दिशेस थबकते. **अंतर्मुख** व **बहिर्मुख** ही नावे त्या दिशेवरून केलेली आहेत. बहिर्मुख चित्तिकेचे तीन प्रकार आहेत. एकीतून वाहणाऱ्या चेतना चलन उत्पन्न करतात, दुसरीतून वाहणाऱ्या चेतना चलन थांबवितात आणि तिसरीतून वाहणाऱ्या चेतना स्रवण उत्पन्न करतात. चलनप्रेरक[2], (चलन) प्रतीरक[3] आणि स्रवणप्रेरक[4] असे हे तीन प्रकार होत. अंतर्मुख चेतनांचे अनेक प्रकार आहेत. सर्वांना सामान्यपणे ज्ञापक[5] म्हणता येईल. ज्या इंद्रियातून त्या निघतात त्यांच्या विशिष्टत्वान्वये त्याचे प्रकार संभवतात. स्पर्श रस रूप गंध आणि श्रव असे पाच प्रकार तर प्रसिद्धच आहेत; पण एका स्पर्शात अनेक उपप्रकारही आहेत. संस्पर्श, उष्ण, शीत, पीडा आणि वेदना इतके उपप्रकार आहेत. ज्ञापनांचा विचार स्वतंत्र प्रकरणात करावयाचा आहे. अंतर्मुखांच्या तुलनेने बहिर्मुखांना कारक[6] असे म्हणता येईल. चेतनांची आयात-निर्यात करणे या कामी कारक म्हणजे निर्यापक आणि ज्ञापक म्हणजे आयापक असेही ठरते. 1 Neurone. 2 Motor. 3 Inhibitory. 4 Secretory. 5 Receptor. 6 Effector.

अलीकडील पन्नास वर्षांत विज्ञानप्रयोगकारांनी मांसचेतनीसंबंधाचा अभ्यास कसोशीने चालविला आहे. त्यात त्यांनी विजेच्या उपकरणांचा सतत उपयोग केला आहे. त्यामुळे कालमापनात सेकंदाचा लक्षांश आणि वीजेचा दाब मोजण्यात व्होल्ट या एकमानाचाही दशलक्षांश मोजता येऊ लागला आहे. त्यावरून कांकालिक मांसाचे गुणधर्म बारकाईने समजले आहेत, इतकेच नव्हे तर हृदय या अत्यंत महत्त्वाच्या अंतरिंद्रियाचेही गुणधर्म समजले आहेत. रोगनिदानात आणि रोगचिकित्सेत या ज्ञानाचा उपयोग प्रत्यही होत आहे. प्रयोग प्रथमतः पशूंच्या शरीरावर केले जातात. नंतर सुरक्षितपणे त्यावरून निघणाऱ्या नियमांचे प्रत्यंतर मानवी शरीरावर कसे घ्यावे ते सुचते. असे प्रत्यंतर घेतले जाते आणि मानवी देहास लागू पडणारे नियम निश्चित होतात. अशा रीतीने **वैजिक - ऐंद्रिय**[1] अशी

एक नवीन विज्ञान-शाखाच उदयास आली आहे. या शाखेत प्रकट झालेल
काही गोष्टी विशेष लक्षात ठेवण्याजोग्या आहेत त्या अशा :-

1 Electrophysiology.

निरनिराळ्या जातींच्या प्राण्यांच्या मांसतंतूंचा आणि एकाच जातीच प्राण्याच्या विविध अवयवातील मांसतंतूंचा, त्याचप्रमाणे एकाच प्राण्याच्या नि निराळ्या अवस्थेतील मांसतंतूंचा तुलनात्मक अभ्यास करण्याकरता, त्यात चेत उत्पन्न करणारे किमान ऊर्ज किती ते माहीत असावे लागते. व्यवहारात या ऊ किमानापेक्षा चेतक ऊर्जाचे द्विगुण किमान अधिक उपयोगी असते. द्विगुणकिम ऊर्ज असताना चेतना उत्पन्न होण्यास कमीत कमी किती कालावधी लागतो मोजतात. किमान चेतक ऊर्जास और्जक[1] म्हणतात. एकाद्या मांसपेशीत संक घडवून आणण्याकरता भरपूर अवधी देऊन कमीत कमी किती ऊर्ज द्यावे लागते मोजावयाचे. हे और्जक झाले. याच्या दुप्पट ऊर्ज देऊन कमीत कमी किती काला ठेवला असता संकोच घडून येतो ते पहावयाचे. या कालावधीस **द्विगुण - चे - अवधी** [2] किंवा संक्षेपतः द्विचेधी म्हणतात.

1 Rheobase. 2 Chronaxie.

विजेच्या प्रवाहाने मांसतंतूत संकोच घडून येण्यास जे किमान ऊर्ज ला ते ऊर्जकिमान होय. किमान ऊर्ज असून देखील किमान कालावधी झाल्याशि संकोच घडत नाही. बहुधा हे किमान ऊर्ज २० v असते, आणि किमान उपयो कालावधी सेकंदाच्या सहस्रांशाचा पन्नासांश असतो. ऊर्ज वाढवीत जाता कमी वेळात संकोच घडत जातो. **ऊर्ज ४० v केले असता हा कालावधी सेकंदसहस्रांशा दशांशाचा दशांश होतो**. २० v पेक्षा कमी केले असता मात्र संकोच मु घडत नाही, मग कालावधी कितीही वाढवा, त्याचा काही उपयोग होत नाही

गात्र	**द्विचेधी** सेकंद सहस्रांश	**मांससंकोचाचा अव** सेकंद
मानवी कंकालमांस		
बाहूतील आकुंचकमांस	०.०८ ते ०.१६	०.०३०
प्रसारकमांस	०.१६ ते ०.३२	०.०४
बेडकाची लकारचेतनी व पिंढरी	०.३	०.१०
विलायती शेवंडाचे अंगुलिमांस	११ ते १४	५.००
बेडकाच्या जठराचे मांस	३० ते १००	१५ ते २०

(Text book of Physiology– by Bykov p. 495)

वीजप्रवाहाचा उपयोजनावधी योग्य त्यापेक्षा कमी असला म्हणजे त्याने चेतना उत्पन्न होत नाही. या गोष्टीचा उपयोग अंतरिंद्रियांना ऊब देण्याकडे चिकित्साव्यवहारात केला जातो, तो असा : वीजप्रवाहाची कंप्रता सेकंदास १००,००० इतकी मोठी ठेवतात. परिणामी कालावधी अत्यल्प होतो. असा प्रवाह शरीरातून जाऊ देतात तेव्हा अंतरिंद्रियांना उष्णता मात्र मिळते, मांससंकोचकारक चेतना मिळत नाही.

एकादा मांसतंतू तोडला असता तुटीने तयार झालेले पृष्ठ आणि त्या तंतूचे लांबट पृष्ठ यामधे ऊर्जभेद आढळून येतो. लांबटपृष्ठाच्या अपेक्षेने छिन्नपृष्ठ ऋण-वीजधारण करणारे ठरते. हे दोन भाग जर एका वीजवाहकाने जोडले तर त्यात प्रवाह आढळून येतो. अशा प्रवाहाला **अपकारप्रवाह**[1] म्हणतात. अपकार करण्या-बरोबर हा ऊर्जभेद पशुशरीरात सुमारे ०.०८ V असतो. त्यानंतर एका तासात हा ऊर्जभेद निम्म्यापर्यंत उतरतो. चेतनी तोडली असता तिच्यातही असा ऊर्जभेद उद्भवतो पण तो ०.०३ V च्या वर जात नाही. मानवी चेतनीच्या बाबतीत तर तो ०.००६V च्या सुमारात असतो. हळू हळू हा ऊर्जभेद कमी कमी होत होत दहा दिवसात नाहीसा होतो. शीतरक्त प्राण्यांच्या शरीरात तो तीस दिवसपर्यंत टिकतो. 1 Injury current.

अपकार होण्याची गोष्ट सोडा पण नित्याचे शरीरव्यापार करीत असतानाही मांसपिंडाचा कार्यरत भाग आणि विश्रांत किंवा कार्यविरत भाग यांच्यातही ऊर्जभेद आढळतो. कार्यरत भाग कार्यविरताच्या मानाने ऋणावस्थेत असतो पण अपकारित भाग त्याच्याही पेक्षा अधिक ऋणावस्थेत असतो. यामुळे कोणतेही दोन भाग एकमेकास जोडले असता वीजप्रवाह तयार होतो. अशापैकी कार्यरत आणि कार्यविरत किंवा विश्रांत यामधे जो प्रवाह आढळतो त्यास **कार्यप्रवाह**[1] म्हणतात. हृदयाच्या मांसतंतूत उत्पन्न होणाऱ्या कार्यप्रवाहाची प्रचीती एका चमत्कारिक प्रयोगाने मिळते तो प्रयोग असा. बेडकाच्या पायातील मांसपिंड आणि त्याला जोडलेली चेतनी उघडी करून ती चेतनी त्याच्याच हृदयावर विसर्जकाच्या तळा-पासून त्याच्याच टोकापर्यंत लावून ठेवावयाची. असें केल्याने हृदयाच्या प्रत्येक संकोचापूर्वी, पिंढरीमांस संकोच पावते असे आढळते. हृदयाच्या विसर्जकांच्या संकोचापूर्वी त्यातच जो कार्यप्रवाह उत्पन्न होतो त्याचा हा परिणाम असतो. हृदयाच्या मांसाच्या मुग्धकालापेक्षा पिंढरीमांसाचा मुग्ध काल कमी असतो.

1 Action current.

अपकारित (दुखावलेल्या) भागात विजेचे ऋणत्व बराच वेळपर्यंत टिकते तसें तें कार्यरत भागात टिकत नाही. चेतनाप्रसाराबरोबर या ऋणत्वाचा प्रसार

झपाट्याने होतो. कार्यरत भागात ऊर्ज झपाट्याने बदलत असते. त्यात ऊर्जाचे तरंग महात्वरेने उसळत असतात. या तरंगांना **कार्यतरंग** म्हणतात. कार्यरत भाग आणि विश्रांत भाग यांचा जोड वीजवाहकाने केला असता प्रवाह मिळतात तें कार्यप्रवाह होत. कार्यतरंगान्वये या तरंगांच्या यत्तेतही चढउतार निर्माण होतात. मानवी मांसक्रिया कितीही अल्पकालिक असो, तिजमुळे उमटणाऱ्या कार्यप्रवाहात तरंग अनुभवास येतात, इतकेच नव्हे तर त्या तरंगात आणखी लहान लहान तरंग गुंफलेले आढळतात. याचे कारण असे की, एका मांसपिंडात (मांसपेशीत) पुष्कळसे मांसतंतू (मांसपेशिका) असतात. त्यांचे विविधसंच विविध वेळी थोडथोडद्या कालांतराने संकोच पावतात. अगदी थोडके मासतंतूच घेऊन कार्यप्रवाह पाहिले तर ज्या चेतना दृष्टीस पडतात त्यांची कंप्रता सेकंदागणिक ३ ते ७० असल्याचे आढळते. या मर्यादेत संकोचाच्या आधिक्याने ती अधिक होत असल्याचे दिसून येते. चेतनीतंतू आणि तत्संबद्ध मासतंतू मिळून चलनप्रत्यंग[1] असते. माससंकोच जेव्हा दुर्बल असतो तेव्हा ही प्रत्यंगे एकसाथ संकोच पावत नाहीत आणि प्रत्येकातील चेतनांची कंप्रता थोडकीच असते. म्हणून प्रत्येक तंतुसंचात अपुरा आणि अल्पसंतत संकोच होतो. परंतु सबंध मांसतंतू संकोच पावतो तेव्हा त्यातील मांसतंतुसंचाच्या संकोचात थोडी विविधता असली तरी त्यांचा संकलित परिणाम एका संपूर्ण संकोचासारखा होतो. प्रबल संकोच होतो तेव्हा अधिक मांसतंतु-संच कामी येतात, इतकेच नव्हे तर त्यात उसळणाऱ्या चेतनांची कंप्रताही अधिक असते.

1 Motor unit.

कार्यप्रवाह व विश्रांतप्रवाह यांची उपपत्ती लागते ती अशी :— मांसतंतूच्या आणि चेतनीतंतूच्याही पृष्ठावर एक विशिष्ट सीमास्तर असतो. या थरातून ऋण-वीजदले पार जाऊ शकतात पण धनवीजदले तशी पार जाऊ शकत नाहीत. सीमास्तराच्या आतबाहेर बीजवाही दलांची[1] संहती सारखी नसते. तंतूंच्या आत ऋणदलांचे आधिक्य असते. दले बाहेर जाऊ पाहतात. परंतु धनदलांच्या ओढीने ती सीमास्तराच्या बाह्यांगाशी थोपून राहतात. त्यामुळे सीमास्तराच्या बाह्य पृष्ठाशी धनदलसंचय आणि आतल्या पृष्ठाशी ऋणदलसंचय होतो. अपकार घडत नाही तोवर सर्व सीमास्तरभर ऊर्ज एकसारखे एक असते. अपकार घडताच ऋणदले आतून बाहेर जातात. त्यामुळे अपकारक्षेत्र इतर क्षेत्राच्या अपेक्षेने ऋणोच्चयी ठरते. अपकार झाला नसला आणि चेतावणी दिलेली असली तर चेतनावाही तंतूत सुद्धा अशीच गोष्ट घडते. फरक एवढाच की, अपकार झाला असताना, **बीजदलांच्या हालचाली अनिवर्ती**[2] असतात. म्हणजे स्थिती पूर्वपदावर येत नाही.

चेतनावाही अपकाररहिताचे तसे नसते. अशा तंतूतील **बीजदलांच्या** हालचाली **सुनिवर्ती**[3] असतात. स्थिती सहज पूर्वपदावर येते.

1 Ions. 2 Irreversible. 3 Easily reversible.

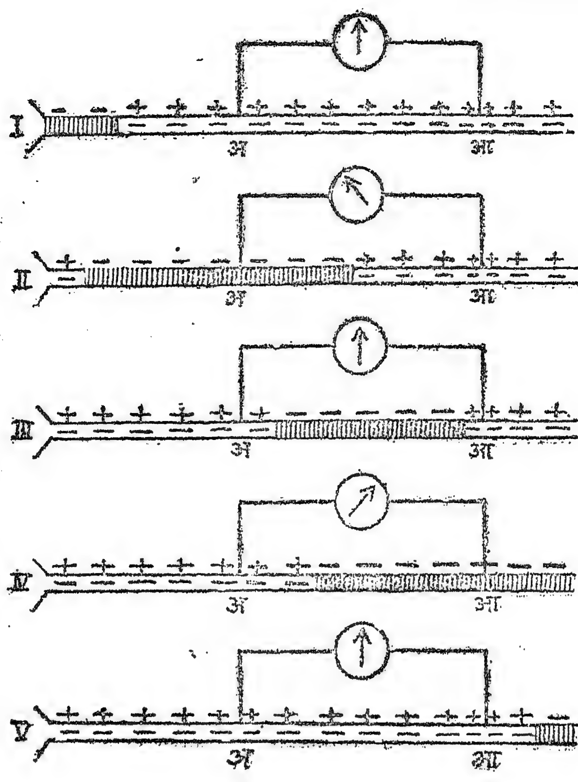
एकंदर निष्कर्ष असा निघतो की, **चेतनावहन** ही क्रिया **तरंगमय** असते. प्रत्येक स्फुरणानंतर एक मुग्धकाल येतो. क्षणिक संकोच झाल्यानंतर किंचित् कालपर्यंत तंतू संपूर्णपणे अचेतनीय असतो. हा पूर्णमुग्धकाल[1] होय. यानंतर किंचित् कालपर्यंत तो अधिकाधिक चेतनीय होतो. हा सापेक्षमुग्धकाल[2] होय. स्फुरित व मुग्ध अशा अवस्था आलटून पालटून येत असतात.

1 Absolute refractory period. 2 Relative refractory period.

चेतनीच्या तंतूत मुग्धावस्था टिकते त्यापेक्षा ती मांसतंतूत अधिक टिकते. हृदयमांसात ही अवस्था विशेष मोठी असते. त्यामुळे त्या संबंधातच तिचा शोध प्रथम लागला. उष्णरक्त प्राण्यामध्ये ही अवस्था चेतनीत एक सहस्रांश सेकंदभर तर कंकालमांसात अडीच तीन सहस्रांश सेकंदभर टिकते; परंतु हृन्मांसात ती त्याच्या शंभरपट, काही दशांशसेकंदभर टिकते. सामान्यतः **चेतनीत वहनत्वरा** ज्या मानाने **अधिक** त्या मानाने **मुग्धकाल कमी** होत असतो, असे आढळते.

विजेने चेतना देताना कंप्रता सेकंदात १०० असली आणि ऊर्ज अल्पच असले तर प्रत्यक्ष चेतनीत सेकंदात केवळ ३० चेतना उत्पन्न होतात. ऊर्ज वाढवले असता कंप्रता वाढवता वाढवता १०० करावी तेव्हा चेतनांची कंप्रता १०० झाल्याचे आढळते. त्याच वेळी अधिकात अधिक मांससंकोच उत्पन्न होतो. अर्थात अशा प्रसंगी हा संकोच संतत स्वरूपाचाच असतो. व्यक्तिशः मांसतंतूच्या संकोचाची यत्ता वाढते ती कंप्रताधिक्यामुळे वाढते. अर्थात अशा अनेक मांस-तंतूतील संकलित परिणाम म्हणून सर्व मांसपिंडाच्याही संकोचाची यत्ता वाढते. सामान्यतः असा नियम सांगावयास हरकत नाही की, बाहेरून येणाऱ्या चेतावण्यांनी चेतनीतंतूत चेतनापरंपरा उत्पन्न होते. **बलवत्तर चेतावण्यांनी चेतनांची कंप्रता** वाढते. चेतनांची यत्ता मात्र एका लहानशा मर्यादेच्या आतच वाढू शकते.

हेलालेखी[1] म्हणून एक साधन आहे. त्याने विजेच्या ऊर्जाचे अतिसूक्ष्म हेलकावे लिहिले जातात. हेला म्हणजे हेलकावा. या साधनाने एकाद्या चेतनीचे काही अंतरा-वरील दोन बिंदू जोडले आणि हेलालेखीतील तंतूस चेतिका लावली तर ऋणत्वाचा तरंग एकदा एकातून आणि एकदा दुसऱ्यातून जातो. अगदी थोडथोडक्या काला-तराने असे पुनः पुनः घडते. या गोष्टीचे रेखाचित्र शेजारच्या आकृतीत काढले



आ० ३५·५ चैतनतंतूमध्ये कार्यप्रवाह.

आहे. चेतनावंत चेतनीभाग काळपट केलेला आहे. अधिक + व उणे – या चिन्हांनी धन ऋण दलांनी व्यापलेले भाग दाखविले आहेत. अ आणि आ ही चेतनीची स्थाने हेलालेखी साधनाने जोडलेली आहेत. वर्तुळात दाखविलेला बाण जिकडे झुकलेला आहे तिकडे प्रवाह चालू आहे असे समजावयाचे.

1 Oscillograph.

I येथे चेतना अ या स्थानाजवळ आहे, पण अद्याप तेथे पोचली नाही. म्हणून येथे अ आणि आ या स्थानामधे ऊर्जभेद नाही.

II येथे चेतना अ येथे पोचली आहे. आ च्या अपेक्षेने अ ऋणोच्चयी आहे. आलेखाच्या कागदावर उजवीकडे दाखविल्याप्रमाणे चढती रेघ उठते. अगोदर त्याजवर सरळ आडवी रेघ होती (ती I मध्ये दिसत आहेच).

III चेतना चेतनींतून लोटत चालली आहे. ती अ च्या पलीकडे आहे पण आ येथे पोचलेली नाही. या दोन्ही स्थानी ऊर्ज शून्य आहे. रेखाटीत चढलेले ऊर्ज पडत आहे. वर्तुळातील बाण उभा आहे. त्याला झोक नाही.

IV चेतना आ येथे पोचली आहे. अ च्या अपेक्षेने आ ऋणोच्चयी आहे. रेखाटीत रेघ खाली गेली आहे. कारण प्रवाहाची दिशा उलटली आहे ती वर्तुळातील बाणाने दाखविली गेली आहे.

V चेतना आ च्या पलीकडे गेली आहे. अ आणि आ या स्थानामध्ये ऊर्ज-भेद पुन: शून्यच झालेला आहे. रेखाटी सरळ आडवी चालली आहे. वर्तुळातील बाण उभा आहे.

येथे सांगितलेल्या वीजधारक रेणुदलांच्या हालचाली बरोबर काही रासायनिक विक्रियाही घडून येत असतात.

चैतन तंतूला प्रेरणा दिली असता त्यात जे ऊर्जभेदाचे तरंग उसळत असतात ते लक्षात घेता चेतना या शब्दाची व्याख्या करता येते ती अशी:—

एकादी चैतनपेशिका (किंवा मांसपेशिका) डिवचल्याने तिच्यात जी क्षणिक **झपाट्याने वाढणारी आणि झपाट्याने खचणारी विजेच्या ऊर्जाची आणि रासायनिक घटनेची भिन्नता उत्पन्न होते** तिला चेतना म्हणतात.

क्षणिक पण पुनः पुनः झपाट्याने दिलेल्या चेतावण्यांचा विचार वरती केलाच आहे. चेतावणी एकादीच किंवा सावकाशपणे अनेक वेळा देऊन पाहता तिला विशिष्ट किमान बल असल्याशिवाय तिचा काहीच परिणाम होत नाही. मांससंकोच मुळी होतच नाही. किमान मर्यादा ओलांडून अधिक बलवान चेतावणी दिली असता बलनिरपेक्षपणे परिणामी एकाच एक यत्तेचे संकोचन घडते असा अनुभव येतो. पाचपंचवीस वर्षांपूर्वी या गोष्टीस विशेष महत्त्व देऊन त्यास ‘ सर्व वा शून्य ’[1] परिणाम असे म्हणत असत. असा परिणाम होतो ही गोष्ट जरी सत्य असली तरी तिचे आता महत्त्व राहिलेले नाही. कारण शरीरामध्ये स्वाभाविकपणे अशी चेतावणी कधी होत नाही. **शरीरात चेतना उत्पन्न होतात त्या क्षणिक पण महात्वरेने पुनरावृत्त अशा असतात.** त्यांच्या संबंधी जे नियम आढळतात ते वर दिलेच आहेत.

1 All or none.

मांसगत चेतनीतंतूतून संथ वीजप्रवाह सोडला असता केवळ सुरुवातीला आणि शेवटी तो थांबवताना मांसास झटका येतो असे पूर्वी सांगितले आहे. अशा प्रसंगी प्रवाह चालू असताना चेतनीतंतूत काही परिणाम घडत नाही असे नाही. प्रवर्तित[1] प्रवाहाच्या साहाय्याने चेतर्किमान[2] ठरवू पाहता कळून येते की, ऋण-प्रस्थाजवळ चेतनीयता वाढते आणि धनप्रस्थाच्या जवळ ती कमी होते. या परिणामांना **वीजोपद्रव**[3] म्हणतात. हा उपद्रव दोनही प्रस्थांच्या पलीकडे आणि दोहोंच्या मधेही चेतनीतंतूत पसरतो. दोनही प्रस्थांकडे वेगवेगळे उपद्रव एकमेका-विरुद्ध असल्यामुळे दोहोंच्या मधील एका स्थानी तो शून्य असतो हेही सहजच आहे. चेतनी ऐवजी मांसातून प्रवाह नेला असतानाही असेच उपद्रव दिसून येतात पण त्यांचा प्रसार कमी असतो.

1 Induction current. 2 Threshhold of stimulation. 3 Electrotonus.

चेतनीतून विजेचा प्रवाह चालू ठेवला असता तिची चेतनीयता जाते तेव्हाच वाहकताही जाते. योग्य यत्तेचा प्रवाह ठेवून चेतनीत अवाहकता तास नि तास ठेवता येते, इतकेच नव्हे तर ती प्रवाह थांबविल्याने क्षणाधीत नाहीशीही करता येते. मांसपेशीतील चेतनी त्यांच्या सांध्यात अवाहक करून ठेवून तिच्या इतर भागात तासन तास प्रवाह चालू ठेवता येतो, आणि नंतर तो रहित करून चेतनीस स्फुरणे देणारा प्रवाह चालू करता येतो. असे केल्याबरोबर मांसाचे संकोचन झालेले दिसून येते. मांसात प्रवाह प्रथमपासून ठेवल्याने त्यास थकवा आला असता, तसे होऊ नये म्हणून चेतनी अवाहक करण्यात येते. **चेतनी व मांस या संचात प्रथम थकवा त्यांच्या सांध्यात येतो मग मांसात येतो, चेतनी–दामास थकवा कित्येक तासपर्यंत येत नाही**, असे आताच्या प्रयोगावरून दिसून येते. (चैतन पेशिकांना थकवा अगोदर येतो हे पूर्वी सांगितलेच आहे.) यावरून चेतनी अग्लपनीय[1] असते असे म्हणतात. 1 Indefatigable.

हृद्वीजालेखी Eletrocardiograph.

मनुष्याच्या शरीरास यत्किंचित् अपाय न करता विजेच्या साधनांचा उपयोग करून हृदयाच्या कार्यक्षमतेची पुष्कळ माहिती मिळवता येते. त्या माहि-तीचा उपयोग चिकित्साव्यवहारात वारंवार होतो. या व्यवहारात ज्या तत्त्वांचा उपयोग होतो ती आतापर्यंत सांगितली गेली आहेतच. मुख्य गोष्ट अशी की, कार्यरत गात्र आणि अकार्यरत गात्र यात सूक्ष्म ऊर्जभेद असतो. अकार्यरताच्या अपेक्षेने कार्यरत गात्र ऋणोच्चयी असते. हृदयाचे काम सतत चालू असते. तरी कोणत्याही

एकाच वेळी त्याचे काही मांसतंतू कार्यरत असतात, तर इतर अकार्यरत किंवा विश्रान्त असतात. म्हणून या दोन भागामधे ऊर्जभेद उत्पन्न होतो. विशेष कालक्रमाने कोणत्याही एका ठिकाणी कार्य चालते त्या अनुरोधाने ऊर्जभेदही कमी-अधिक होत असतात. सर्व हृदय विश्रान्त असते तेव्हा सर्वत्र ऊर्जसाम्य असते. ऊर्जभेद नसतो. ऊर्जभेदाच्या आरंभबिंदूपासून वीजक्षेत्राच्या कर्षरेषा[१] सर्व दिशास पसरतात. वक्षोदेशात हृदय मधोमध नसते, अमळ तिरकसपणे बसलेले असते. त्यामुळे दोन तिरप्या अक्षरेषांना अनुलक्षून प्रस्तुत कर्षरेषा पसरत असतात. त्यांचे चित्र शेजारच्या आकृतीत दाखविले आहे. या अक्षरेषांना अनुलक्षून समपक्षतेने दोन शरीरभाग योग्य आलेखी उपकरणास जोडले असता जो आलेख मिळतो तो शेजारी नंतरच्या आकृतीत दाखविला आहे.

1 Lines of force.

६ व्या आकृतीतील तुटकरेषा समोर्ज दाखवितात.

७ व्या आकृतीत जे बाण दाखविले आहेत त्याच्या समोरील अवयव वीजवाही तारांनी उपकरणास जोडलेले आहेत.

परीक्ष्य मनुष्य उताणा व स्वस्थ निजवून हे जोड करावयाचे असतात. कोणते शरीरभाग उपकरणास जोडावयाचे यासंबंधी संकेत रूढ आहेत ते असे :—

पंथ १; डावा व उजवा बाहू. पंथ २; उजवाबाहू व डावी जंघा. पंथ ३; डावा बाहू व डावी जंघा.

या उपकरणाने जी रेखाटी मिळते तिला **हृद्वीजालेख**[१] म्हणतात. या आलेखात मधल्या आडव्या रेषेपासून वर निघणारे तीन आणि खाली निघणारे दोन तरंग दिसून

आ० ३५ · ६ हृदयोत्पन्न कर्षरेषा

येतात. या तरंगांना आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे सांकेतिक अक्षरनामे दिलेल आहेत. ती P Q R S T प क्व र स त्र अशी आहेत. प र त्र हे तरंग व जाणारे आणि क्व स हे खाली जाणारे तरंग आहेत. यातील पहिले I हे Preauricular (आदापूर्व) या शब्दावरून घेतलेले आहे. इतर अक्ष त्यामागून येणारी वर्णमालेतील अक्षरे आहेत. प हा तरंग आदायकांच्या उत्तेजनान झालेला असतो. आदायकांच्या स्फुरणाने त्यांच्या संकोचापूर्वी ०.०१ ते ०.० सेकंद प्रवाह उत्पन्न होतो.

1 Electrocardiogram.

तरंग प हा डाव्याउजव्या आदायकांच्या ऊर्जांचा संकलित परिणाम असतो. डाव्याच्या योगाने होणारा तरंग खाली जाणारा आणि उजव्याच्या योगाने होणारा तरंग वर जाणारा असतो. दोनही मिळून तरंग वर जाणाराच उत्पन्न होतो.

रेखाटीचा क्वर सत्र हा भाग विसर्जकांच्या स्फुरणांचा परिणाम असतो. म्हणून त्यास विसर्जकगुंफा[1] म्हणतात.

1 Ventricular complex.

प आणि क्व यामधील कालावकाश हे, आदायकापासून विसर्जकापर्यंत स्फुरण जाण्यास लागणाऱ्या वेळेचे निश्चित लक्षण असते.

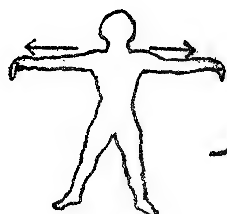
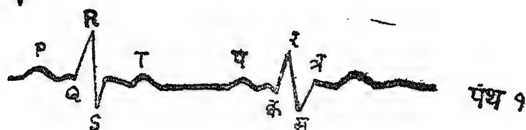
क्व हा तरंग विसर्जकांच्या आकुंचनापूर्वी सुमारे ०.०२ सेकंद निघालेला असतो. आदाविसर्जक द्वारे बंद होण्यापूर्वीच हा तरंग उत्पन्न करणारा ऊर्जभेद नाहीसा झालेला असतो.

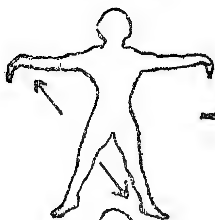
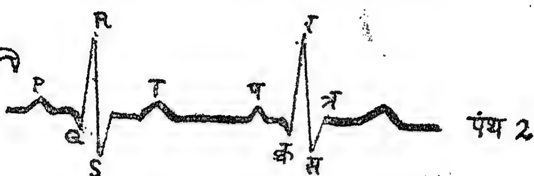
विसर्जकाचे सर्व भाग काही एकदम स्फूर्ती घेत नाहीत. पिटकमांसाच्या उत्तेजनाने क्व हा तरंग, विसर्जकाच्या बुंध्याच्या स्फुरणाने र हा तरंग आणि हृदग्राच्या स्फुरणाने स हा तरंग उत्पन्न होतो.

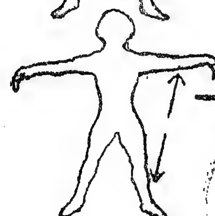
विसर्जकांच्या सर्व मांसपिंडभर स्फुरण असल्यामुळे स आणि त्र यांच्या मधील अवकाशात ऊर्जभेद शून्य असतो. विसर्जकमांसात ज्या रसायनक्रिया चालतात त्यामुळे त्र हा तरंग उसळत असावा असा तर्क आहे.

या रेखाटीत आडवी अंतरें कालमान आणि उभी अंतरे ऊर्जमान दाखवितात.

एका प पासून दुसऱ्या प पर्यंत हृदयक्रियेची एक फेरी पुरी होते. सेकंदात ६० अशी आवृत्ती असल्यास एका प पासून पुढील प पर्यंत एक सेकंद होते. पंथ २ मधे ऊर्ज-माने इतर पंथातल्यापेक्षा अधिक असतात.




आ० ३५·७ हृद्वीजालेखी पंथ

यात प + ०.४ mv (ऊर्जसहस्रांश)

क्व − ०.१

र + १.६

स − ०.४

त्र + ०.७

कागदावर १ सहस्रांश ऊर्जाने (mv ने) १ cm उंच रेघ न्यावी अशी योजना असते. कागद सेकंदात १ cm सरकावा अशीही योजना असते. यावरून तरंगामधील व त्यांच्या भागामधील कालांतर आणि ऊर्जांतर यांचा बोध होऊ शकतो.

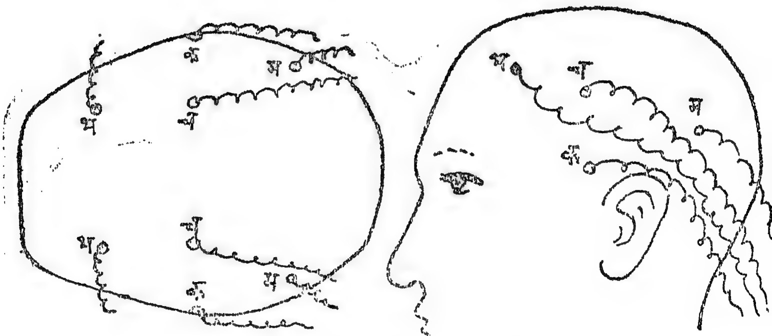
मस्तुवीजालेखी Electro–encephalograph.

मानवी मेंदूच्या सालीमध्ये विजेचे ऊर्जभेद सतत उत्पन्न होत असतात. या ऊर्जांच्या देखील लाटा असतात. विश्रांती आणि निद्रा घेत असताही ऊर्जलहरी

उत्पन्न होतात. अवसादक औषधे देऊन जी गाढ निद्रा येते त्या निद्रेत मात्र त
नाहीशा होतात. या मस्तु–ऊर्जलहरीत **मोठ्या छोट्या** आणि **मागस** अशा ती
प्रकारच्या लहरी आढळतात. मोठ्या लहरींचे ऊर्ज सुमारे ५००V [१]प्रयुतांशापर्य
असते. अशा लहरी सेकंदात १० च्या सुमारात उसळतात. डोळ्यावर चांगल
प्रकाश पडला असताना, टक लावून पहात असताना, क्लिष्ट हालचाल करी
असताना, त्याचप्रमाणे काही अवघड विचार करीत असताना, त्या नाहीशा होता
त्या मोठ्या लहरीतच छोट्या लहरी गुंतलेल्या असतात. मोठ्या नाहीशा झाल्
म्हणजे छोट्या स्पष्ट दिसून येतात. गाढ निद्रा आली असताना मोठ्या लहरींच्
मागून लहरी येतात त्या मागस लहरी होत. त्या अधिक मंद असतात, साधारणप
एका मिनिटात त्या ४ किंवा ५ असतात. अर्थातच त्या अधिक मंद अधिक लां
आणि कमी कंप्रतेच्या असतात.

१ प्रयुत = दशलक्ष.

मस्तुवीजालेख मिळविण्याकरता परीक्ष्य माणसाच्या डोक्याच्या विशिष
ठिकाणी केस काढून टाकून वीजवाही लुकण फासून त्यात वीजवाही तारांच
अग्रबिंबे दाबून बसवतात आणि त्या तारा आलेखी साधनाशी योग्य त्या ठिकाण
जोडतात. साधन चालू केले म्हणजे कागद पुढे सरकतो आणि त्याजवर टेकलेल्य

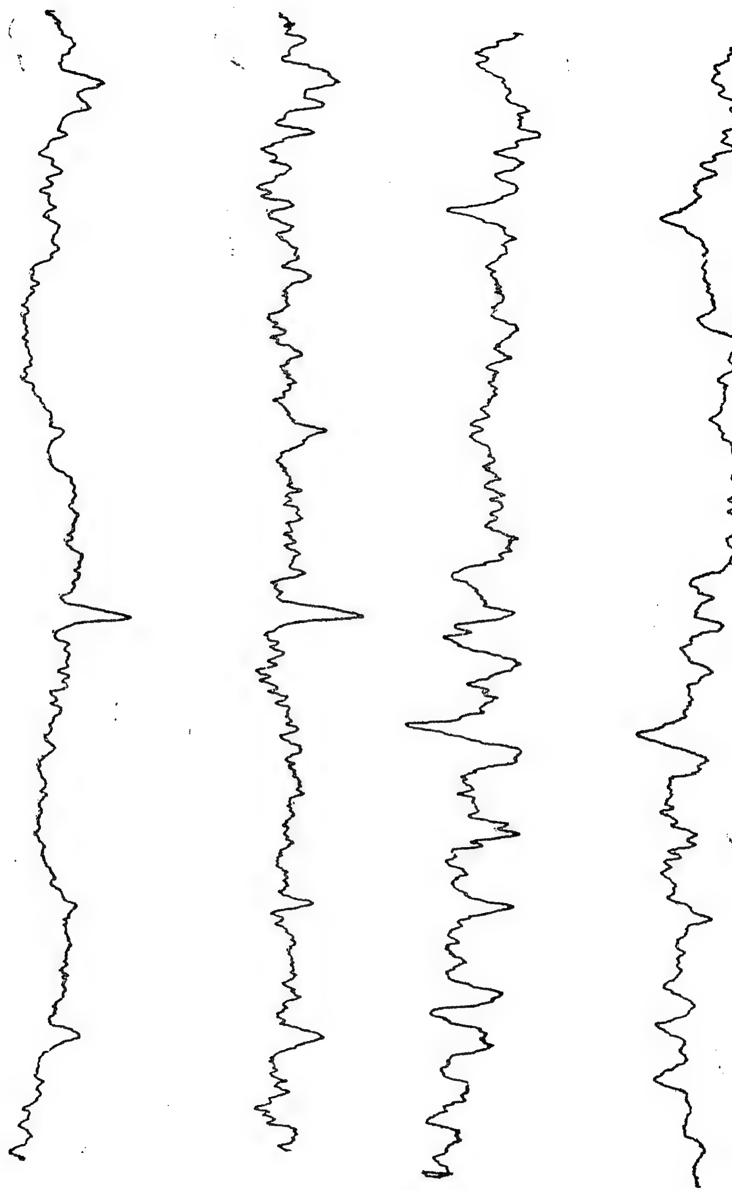


आ० ३५·८ मस्तुवीजालेखनाकरता तंतुयोजना. गंगावतरण. क कुंभीय खंडावर,
म मौलीयखंडावर, भ भालीय खंडावर, च संचलनमर्मावर.

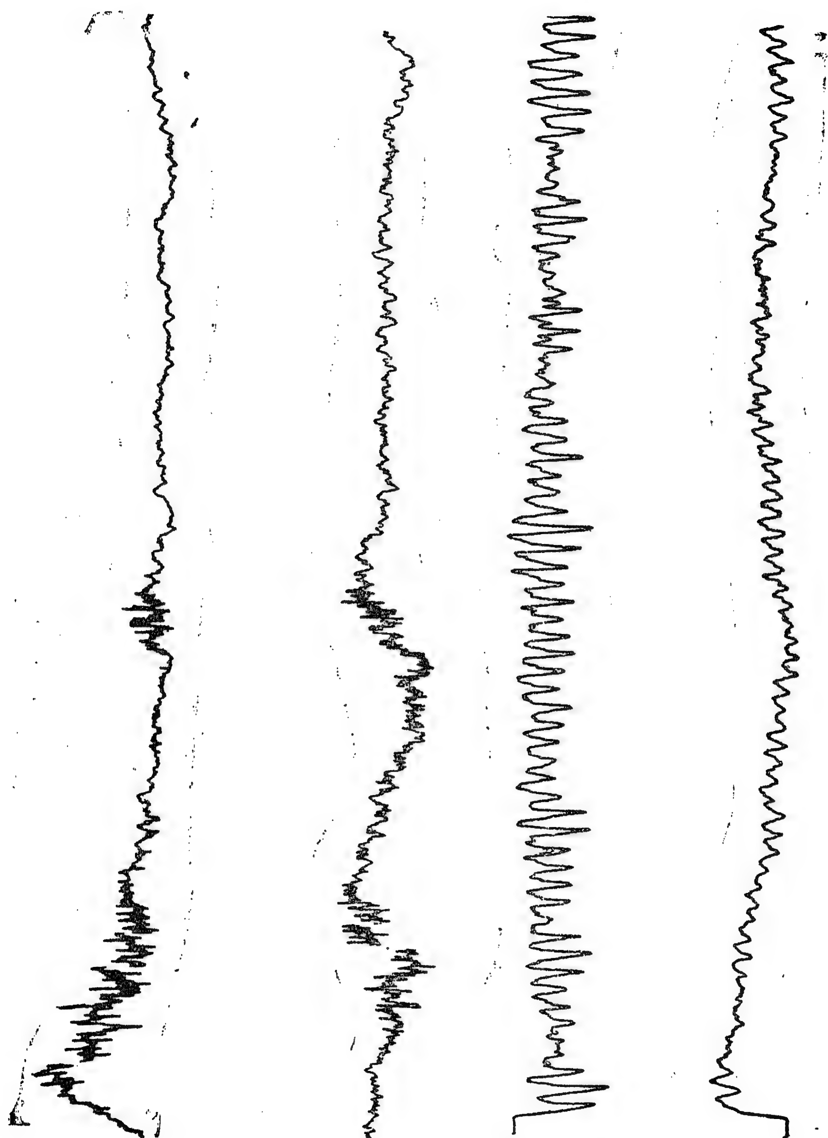
लेखण्यांनी शाईच्या रेघा उमटवल्या जातात. या लेखण्या चालवण्याच्या कामी
त्या त्या ठिकाणामधील वीजप्रवाहांचा उपयोग होतो. उभी मापे ऊर्जाची आणि
आडवी कालदर्शी सेकंदाची असतात. त्याचबरोबर याच कागदावर हृद्वीजा

लेखही घेता येतो. हृदयाचा स्पंद एका सेकंदाच्या आत एक पडत असल्यामुळे कालमापन नजरेत भरण्यास मदत होते. कागद धारण करणारे नळकांडे असते ते फिरवणाऱ्या चलित्राच्या वेगावरून आडव्या रेघेवरील कालमान नेमके समजण्याची व्यवस्था असते.

परीक्ष्य मनुष्यास स्वस्थ बसवून किंवा निजला ठेवून आलेख घेतात. प्रसंगी त्यास प्रश्न विचारून डोळे उघडावयास किंवा मिटावयास सांगून काय फरक होतात ते पाहता येते. त्याने झोप घेतली तर किंवा तो ध्यानमग्न झाला तर काय होते—अर्थात् मस्तु-ऊर्जभेदासंबंधी—ते पाहता येते. तारा डोक्यास चिकटवून असा माणूस बसल्याने गंगावतरणाची आठवण होते. यावरून या प्रसंगास **गंगावतरण** असे नाव दिले आहे. शेजारच्या आकृतीत आठ गंगापथ दाखविले आहेत. चार डावे चार उजवे, भाल कुंभ आणि मौलि या प्रदेशात एकेक आरंभस्थान आहे. शीर्षीयात एकेक आरंभस्थान आहे ते चालनामर्मावर येणारे असे निवडले आहे. उभ्या दिशेत ऊर्ज दाखविले जाते ते ५mm. ला ५०v प्रयुतांश आहे आणि आडव्या दिशेत कालावधी दर्शविला जातो तो सेकंदागणिक २५ mm. आहे. आलेखांची एकच जोडी उतरून दिली आहे. उजवा च आणि उजवाच म जोडून पहिला आलेख आला आहे. डावा म आणि डावाच क जोडून दुसरा (खालचा) आलेख आला आहे. आलेखांच्या अशा चार जोड्या दिल्या आहेत. आतुर पेंगत असताना पहिली जोडी आलेली आहे. अर्धवट झोपेत असताना दुसरी जोडी आलेली आहे. जागेपणी पण डोळे मिटलेले असताना तिसरी जोडी मिळालेली आहे. डोळे उघडून ते हालवीत असताना चवथी जोडी मिळालेली आहे. या आलेखातील शेवटचा भाग गिचमीड आहे. त्या वेळी आतुरास कोणी विशिष्ट पाहुणे त्याजकडे आल्याची वार्ता दिली होती.



आ० ३५·९ मस्तुवीजालेख. तळ डावीकडे.



आ० ३५·१० मस्तुवीजालेख. तळ डावीकडे.

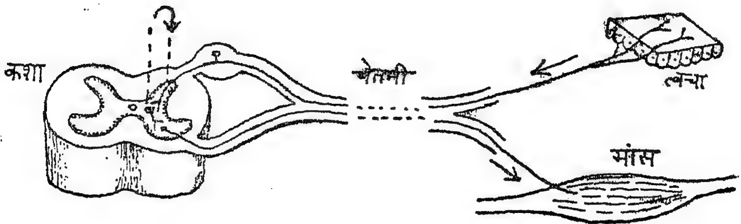
प्रकरण ३६

परावर्तन

मनुष्य जगात वागतो तो तीन प्रकारे वागतो: (१) स्वत:च्या इच्छेने काही हालचाली करतो (२) काही हालचाली आपोआप होतात आणि (३) काही हालचाली करावयास शिकतो. यांपैकी प्रत्येक प्रकारच्या वर्तनाचा तपशील अभ्यासण्याजोगा आहे. स्वेच्छेने होणाऱ्या हालचाली ज्या अवयवामध्ये घडतात यांचा तपशील माहीत आहे. इच्छेची प्रेरणा मेंदूत उत्पन्न होते हेही माहीत आहे. ती, चलनप्रत्यंगे जे मांसपिंड त्यांच्यापर्यंत ज्या मार्गे पोचते ते मार्ग म्हणजे चेतन्या त्याही पाहून झाल्या आहेत. यासंबंधी आणखी तपशील पहावयाचा आहे तो पुढे पाहू. वर्तनाचा हा प्रकार म्हणजे इच्छावर्तन, दुसरा प्रकार म्हणजे परावर्तन[1] आणि तिसरा प्रकार म्हणजे संवर्तन[2] होय. यांपैकी दुसरा प्रकार तपशीलाच्या दृष्टीने सर्वात साधा आहे. त्याचाच अभ्यास प्रथम करणे इष्ट आहे.

1 Reflex action. 2 Conditioned reflex.

हसणे रडणे, शिंक येणे, ओकारी येणे, ठसका येणे, इत्यादी क्रिया आपोआप घडतात तरी त्यांना काही कारण नसते असे नाही. काही चमत्कारिक गोष्ट पाहिली किंवा ऐकली म्हणजे हसू येते, काही दु:खदायक गोष्ट अनुभवली की रडू येते, भलती गोष्ट पोटात गेली किंवा तेथे उद्‌भवली म्हणजे ओकारी येते, घशात क्षोभकारक पदार्थ गेला की ठसका येतो. हसणे व रडणे या दोनही क्रियात मुख्य कर्तृत्व मुखमांसाचे असते. त्यास श्वसनाच्या मांसपेशींचेही साहाय्य असते.



आ० ३६·१ चेतनापरावर्तनाचा प्रतीक मार्ग.

तथापि दोनही क्रिया आपल्या इच्छेवाचून घडतात इतकेच नव्हे तर त्या थांबविण्याची इच्छा असल्यास तसे करण्यास प्रयास पडतात आणि कित्येक वेळा ते सफल होतही नाहीत. उलट मुद्दाम हसण्यारडण्यासही प्रयास पडतात आणि ते सफल होण्याची शक्यताही अल्पच असते. शिक ओकारी ठसका यांचीही गोष्ट तशीच असते. या क्रियांना उपयोगी पडणाऱ्या मांसपेशी माहीत आहेत आणि त्यांना प्रेरणा देण्यास मार्गभूत चेतनीतंतू असतात त्यांचा समावेश ज्यात असतो त्या चेतन्याही माहीत आहेत. या विविध क्रियांची कारणे जेथे उद्भवतात तेथून मेंदू व कशा याजकडे चेतनीतंतू ज्यात असतात त्या चेतन्या माहीत आहेत. आरंभी यात अंतर्मुख चेतना उत्पन्न होतात त्याच शेवटी मांसपेशीत जाणाऱ्या चेतनीतंतूत बहिर्मुख चेतना उत्पन्न करतात, यात संशय नाही. या दोनही मार्गांना जोडणारे दुवे असतात तेही चित्तिकारूप असतात, यातही शंका नाही. **अंतर्मुख चेतनीतंतूवाटे चेतना वाहणे आणि काही चित्तिकांच्या मध्यस्थीने बहिर्मुख चेतन्यात चेतना वाहविणे** असे एकंदर परावर्तनाचे स्वरूप ध्यानात येते.

परावर्तनाच्या मार्गाला कंसाची उपमा देतात. त्याचा डावा किंवा आद्य खंड अंतर्मुख चेतनीतंतूचा संच असतो. अंत्य खंड बहिर्मुख चेतनीतंतूंचा संच असतो. बहुधा दोनही तंतुसंचाना जोडणारा लहान मोठा चित्तिकासंचही असतो. तो कंसाच्यामध्ये गोवल्यासारखा असतो. इच्छाचेतना या वर्तनावर लागू होण्याला चेतनीमार्ग असतो पण तशा चेतना चालू नसतानाच हे परावर्तन सफाईने घडते. एकादे वेळी आपल्या पायाला मुंगी चावते किंवा काटा टोचतो त्यावेळी चावल्या टोचल्याची जाणीव उत्पन्न होते न होते तोच पाय आखडला जातो, आपण तो बुद्ध्या आखडतो असे नाही. आपण गाढ झोपेत असताना जर हातापायाला मुंगी चावली तर निजल्या निजल्याच चावल्याची जाणीव न होताच हात पाय आखडला जातो, इतकेच नव्हे तर ती मुंगी हाताने झटकली जाते. एकादे वेळी आपण उघड्या अंगानेच झोपी गेलो आणि मग गारठा पडला तर, प्रथम झोपल्या झोपल्याच आपण पुढे वाकून हातपाय आखडून घेतो तेही परावर्तनच असते. ही परावर्तने संरक्षणरूप असतात. आणखी काही परावर्तने वारंवार घडणारी आहेत. डोळ्यावर प्रकाश पडला म्हणजे तारका (बाहुली) आकरसते. भलतेच अन्न पोटात गेले तर ओकारी येते. नाकात धुळीचे कण गेले की शिक येते. डोळ्यात कण जाऊ लागले की डोळे मिटतात, त्यातूनही कण आत गेलाच तर संपत्रसंपुटात शेजारच्या अश्रुपिंडातून अश्रू वहात येऊन पापण्या लिवलिवतात आणि उपद्रवी कण बाहेर लोटून देतात. ही सर्व **परावर्तने संरक्षक स्वरूपाची** आहेत. हसणे व रडणे, रागीट मुद्रा करणे ही परावर्तने **केवळ भावप्रकटन करणारी** आहेत.

परावर्तने असंख्य आहेत. त्यांपैकी काही आरोग्यपरीक्षेकरिता विशेष उप-योगी आहेत ती अशी :– (१) **कनीयस – परावर्तन.** डोळयात प्रकाश जाण्याच्या वाटेत पहिला पडदा कनीयस. त्यास स्पर्श झाल्याने पापण्या मिटतात या प्रसंगी मस्तुकात चेतनासंक्रांत होते, तेथे अंतर्मुख चेतना येतात आणि तेथील चित्तिकांच्या मध्यस्थीने त्या बहिर्मुख तंतूत जातात. शस्त्रचिकित्सा करण्याकरता एखादे औषध हुंगावयास देऊन गुंगी आणावयाची असते. त्या प्रसंगी गुंगी नीट आली की नाही हे पाहण्याकरता आतुराच्या डोळयातील कनीयसास किंचित स्पर्श करतात, लगेच पापण्या मिटल्या तर गुंगी आली नाही असे समजते (२) **तारकापरावर्तन.** डोळयात जी बाहुली असते तिला तारका म्हणतात डोळयावर पडणाऱ्या प्रकाशाने तिची रुंदी कमी–अधिक होते. प्रकाशाने रुंदी कमी कमी होत जाते. गुंगीचे औषध अति झाल्याने ती अधिकाधिक रुंद होते. या प्रसंगी चेतनासंक्रांत मस्तिष्कात (मध्यमस्तूत) होत असते. (३) **उदर-परावर्तन** उदराच्या प्राक्तटास वरून खाली किंवा खालून वर बोटाने एका रेषेत स्पर्श केला तर त्या त्या ठिकाणच्या त्वचेखालच्या मांसतंतूचे आकुंचन होत जाते या प्रसंगी कशेतील वक्षस्य ८ ते १२ क्रमांकांच्या विभागात चेतनासंक्रांत होते. (४) **मुष्कंधर परावर्तन.** जघन्यस्नावाखालील ऊरुत्वचेच्या उपमध्य काठा वरून एका रेषेत बोट ओढले असता मुष्क उचलले जाते. या प्रसंगी कटीय १, क्रमांकाच्या विभागात चेतनासंक्रांत होते. (५) **पादतल–परावर्तन.** पायाच्या तळव्यावर रेघ ओढली असता पायाची बोटे दुमडली जातात. या प्रसंगी चेतना संक्रांत कटीय ५ व त्रिकीय १ या विभागात होते. (३), (४), (५) यांस त्वचापरावर्तने किंवा अगूढ परावर्तने म्हणतात.

(६) **द्विदल–परावर्तन.** कोपरापुढे द्विदलस्नावावर ठोका दिला असता प्रबाहू उचलला जातो. याप्रसंगी ग्रैव ४,५ विभागात चेतनासंक्रांत होते.

(७) **जानु–झक्कार.** गुडघ्याच्या वाटीवर ठोका दिला असता जां मांडीच्या रेषेत आणली जाते. या प्रसंगी कटीय ३,४ विभागात चेतनासंक्रांत हो

(८) **गुल्फ–झक्कार.** घोटयापाशी टाचेच्या स्नावावर ठोका दिला अस पाऊल मागे वळवले जाते. या प्रसंगी त्रिकीय १,२ या विभागात चेतनासंक्रांत हो या तीन परावर्तनांस गूढ परावर्तने म्हणतात, कारण त्यांचा आरंभ त्वचेखाली स्नावगात्रात होतो. त्यासच स्नावपरावर्तने असेही म्हणतात.

ज्या माणसावर ही परावर्तने पहावयाची त्याचे लक्ष जर त्या गोष्टीक नसल तरच ती चांगली उमटतात, कारण तो माणूस इच्छा-चेतनेने ती

शकतो. एखादे वेळी अपघाताने एखाद्या माणसाची कशा तुटून जाते. ही तूट जर ग्रव भागाच्या खाली वक्षोदेशात झाली तर माणूस लुळा होऊन का होईना पण जिवंत राहू शकतो. काही दिवस लोटल्यानंतर सुमारे महिन्याच्या आत काही परावर्तने स्पष्ट होऊ लागतात. प्रथमत: पादतल (प्रसारणरूप-) परावर्तन[1] दृष्टोत्पत्तीस येते. तळपायास बोटाने डिवचले असता त्याचा आंगठा पृष्ठेकडे वळतो आणि बोटे एकमेकापासून दूर होतात. यानंतर उदरपरावर्तन[1] उमटते. नंतर जानुझक्कार व गुल्फझक्कार अनुभवास येतात. यानंतर आकुंचनरूप परावर्तने उमटू लागतात. प्रथमत: पावलास चेतना दिल्याने गुडघ्यात थोडीशी दुमड येऊ लागते आणि नंतर चरणावर कोठेही चेतना दिली असता जांघेत व गुडघ्यातही जोराच्या दुमडी पडू लागतात. होता होता चरणातील दोनही दुमडी सहज म्हणजे काही बाह्य चेतकावाचून थोड्याशा येतात. एका चरणात दिलेल्या चेतनेने त्यास दुमडी येतात तर तदितरास त्याच्या उलट ताठपणा येतो. या परावर्तनाला **व्यत्यस्त प्रसारक[2] परावर्तन** म्हणतात.

1 Babinsky's reflex. हे परावर्तन निकोप शरीरात जीविताच्या केवळ पहिल्या वर्षीच दृष्टीस पडते, नंतर नाही. 2 Crossed extensor reflex.

वर परावर्तनांची उदाहरणे सांगताना द्विदलपरावर्तन सांगितले ते त्यानंतर सांगितलेल्या जानुझक्कार व गुल्फझक्काराप्रमाणे झक्काररूपच असते. द्विदलस्नावावर ठोका बसला म्हणजे द्विदलस्नायूला झटका येतो. असाच झटका त्रिदलस्नायूला किंबहुना कोणत्याही स्नायूला त्याच्या स्नावावर ठोका दिल्याने येणे शक्य आहे. या क्रियांना **स्नावपरावर्तने** म्हणतात. यासंबंधी उपपत्ती अशी:- ठोका दिल्याने क्षणिक तणाव उत्पन्न होऊन मांसतंतू किंचित् लांबतात. या लांबवणीमुळेच त्यातील अंतर्मुख तंतूत चेतना उत्पन्न होतात. या चेतनांचे परावर्तन कशेतील चित्तिकात होऊन त्याच तंतूतील बहिर्मुख तंतूत चेतना उद्‌भवतात. त्यामुळे मांसतंतू किंचित् कालपर्यंत पण जोराने संकोच पावतात. हाच झक्कार होय. मांसतंतू आणि स्नायुसूत्रे यात खास कामगिरी करणारे अंतर्मुख चेतनीतंतू असतात त्यात हे परावर्तन उद्‌भवते. या परावर्तनात तंतूतील तणावाने चेतना उत्पन्न होतात. म्हणून त्यास **मांसततिक-परावर्तन**[1] असेही म्हणतात.

1 Myostatic reflex.

मांसततिक परावर्तन इतर परावर्तनाहून तपशीलाच्या बाबतीत बरेच भिन्न असते. या चेतनांची कंप्रता[1] सेकंदास सुमारे १० इतकी कमी असते. एका

चित्तिकेतून दुसरीत संक्रांत होण्याचा कालही अगदी थोडा, एकाद्या सहस्रांश सेकंदापेक्षाही थोडा कमीच असतो. त्यावरून असे सिद्ध होते की, या प्रसंगी अनेक संक्रांती असण्याचा संभवच नसतो. एका चित्तिकेतून अंतर्मुख चेतना येतात आणि त्याशी संपर्क[२] असणाऱ्याच बहिर्मुख चेतना वाहणाऱ्या चित्तिकेत जातात. एकाच तंतूत चेतना जाण्यायेण्याचे हे मार्ग कशेत एकमेकास ठेपून असतात, हेच साहजिक आहे. (दुसरा एक पर्याय संभवतो तो असा की, अंतर्मुख चैतन तंतूला शाखा असतात, त्या शाखेचा संपर्क बहिर्मुख चित्तिकेशी झालेला असणे.) या परावर्तनामध्ये मुग्धकाल अगदी थोडा असतो आणि चित्तिकेमध्ये थकवा येण्याला पुष्कळ वेळ लागतो. सबंध मांसपिंडाचा विचार करता असे दिसून येते की, बहुसंख्य मांसतंतूंपैकी काही थोड्याशाच मांसतंतूत एका वेळी संकोच होतो, इतर मांसतंतू शिथिल राहतात, परंतु **कार्यरत तंतूंचा संच वेळोवेळी बदलत असतो.** म्हणून दीर्घकाल संकोचन कोणातच नसले तरी एकंदर मांसपिंड तरतरीत राहतो. त्यातील काही तंतू संकोच पावलेले असतातच. अर्थातच हा संकोच अल्पमानाचा असतो. अशा अल्पमान संकोचासच **तरतरी** किंवा तरस्विता असे नाव दिले आहे. अशी तरतरी तास नि तास चालू राहू शकते हा या योजनेतील मोठा लाभ आहे. मांसततिक परावर्तन चालू असताना मेंदूच्या सालीत ऊर्जभेद चालू असल्याचा अनुभव आलेला आहे.

1 Frequency. 2 Synapsis.

व्यवहारदृष्ट्या **मांसतरस्विता**, मांसामध्ये तरतरी असणे ही गोष्ट विशेष महत्त्वाची आहे. मनुष्य झोपलेला असला म्हणजे कांकालिक मांसात* तरतरी नसते, ते ढिले असते. जागे होताक्षणीच थोडीशी तरतरी येते. उठून बसल्याने किंबहुना बसताना थोडीशी तरतरी येते. उभे राहिल्याने ती वाढते. चालणे आणि थोडीशी हातांची हालचाल करणे यांनी ती आणखी वाढते. आता यानंतर एकादे कौशल्याचे काम किंवा भारी शक्तीचे काम करण्याचे सामर्थ्य अंगी येते, अगदी झोपेतून उठताक्षणीच अशी कामे सुकरतेने होऊ शकत नाहीत. मल्ल कुस्तीला उभा राहतो तो एकदम झोपेतून उठून असे करीत नाही. आधी पाच पंचवीस जोर बैठका काढतो किंवा दुसरा काही हलका व्यायाम करतो. तेवढ्याने थकवा न येता पाहिजे तशी तरतरी येते. व्यायाम करीत असताना पुष्कळसे स्नायू आलटून पालटून ताणले जातात. तेवढ्याने मांसततिक परावर्तन होऊन ही तरतरी येते. विश्रांती घेऊन एकादे वेळी तरतरी न येता आळसच येतो. तेव्हा

* श्वसनाच्या स्नायूंचा अपवाद असतो.

शरीराच्या सर्व प्रसारक स्नायूंना तणावे दिल्याने तरतरी येते. असे तणावे देणे या क्रियेस 'आळस देणे' असे सामान्य भाषेत म्हणतात. आळस देणे म्हणजे खरोखरी **ततिक-परावर्तन**[1] घडवून आणणे होय. 1 Stretch reflex.

स्नायुझक्कार आणि तरीष यात भेद असतो तो असा की झक्कार आणण्याकरता ठोका द्यावा लागतो. त्याने प्रबल चेतना उत्पन्न होतात. तशा तरीषाच्या चेतना प्रबल नसतात, अल्पबल असतात, आणि परावर्तनाने उत्पन्न होणाऱ्या चेतनाही अल्पबलच असतात. परिणामही अल्पसंकोचच असतो. थोडीशी हालचाल केल्याने असा संकोच सर्व स्नायुव्यूहात सार्वत्रिकच होतो. खरोखरी हा संकोच हे हालचालीचे फल नसून **किंचित् प्रसाराचे फल** असते. हालचाल करताना दोन स्नायुसंच कामी येतात. एकात संकोच व दुसऱ्यात प्रसरण होत असते. दोनही अल्पकालिकच असतात. **अल्पकालच पण पुनः पुनः ततिक परावर्तन होत गेल्याने सर्वच स्नायूत तरतरी येते.** हठयोगपद्धतीत जी आसने सांगितली आहेत ती करीत असताना काही स्नायूत प्रसारण होते आणि ते बराच वेळ टिकवावयाचेही असते. त्या योगाने ततिक परावर्तन चांगल्या प्रतीचे घडून येते. विविध आसने लागोपाठ केल्याने सर्वच स्नायूत मांसततिक परावर्तन होऊन उत्तम तरस्विता उत्पन्न होऊ शकते. आसनात हालचाल अल्प असल्याने शक्तिव्यय विशेष न होता ही तरतरी आणता येते, हा या व्यायामात विशेष लाभ आहे. स्नावपरावर्तन हे वस्तुतः मांसततिक परावर्तनच असते. त्यांतील अंतर्मुख चेतना वाहणारे तंतू त्या स्नावातील आणि बहिर्मुख तंतूही तत्संबद्ध मांसतंतूतील असे एकाच स्नायूतील असतात.

जागेपणी तरतरी उत्पन्न होणे हे परावर्तन घडविण्यास किती विविध अंतर्मुख चेतनामार्ग उपयोगी पडतात ते पाहण्याजोगे आहे. झोपेतून जागे होऊन डोळे उघडण्याबरोबर डोळ्यातील रूपग्राही अंतर्मुख तंतूंच्या द्वारा चेतना मेंदूच्या बुंधात जाऊन तेथून त्या मांसचालना उत्पन्न करणाऱ्या चित्तिकात संक्रांत होत असतात. कानातील संस्थात्रातून तशाच चेतना मस्तिकात आणि तेथून मांसचालक तंतूत संक्रांत होतात. उठून बसताना आणि नंतर या कामी उपयोगात येणाऱ्या मांसतंतूतील अंतर्मुख तंतूतून चेतना कशेत जाऊन परावृत्त होऊन पुनः त्याच मांसतंतूतील बहिर्मुख तंतूवाटे त्याच मांसात येतात आणि तरतरी उत्पन्न करतात; एवढेच नव्हे तर उठून बसण्याचे कामही पार पाडतात. उठून उभे राहताना आणि राहिल्यावर चरणस्नायूत अशाच गोष्टी घडून येतात. एवंच कांकालिक मांसात सार्वत्रिक तरस्विता येते त्यातील **सर्व अंतर्मुख मार्ग वापरले जातात. सर्व बहिर्मुख मार्ग मात्र वापरले जात नाहीत.** एका पेशीतल्या सर्व मांसतंतूना एकदम कामास

लावू नये अशी व्यवस्था असते असे दिसून येते. एका पेशीतील शेकडो मांसतंतूपैकी एकदा हे तर एकदा ते, असे वेगवेगळे तंतू एकेका वेळेला चेतवले जातात. इतरात चेतना जाण्यास प्रतिबंध असतो. कोणत्याही एका क्षणी **काहींना काम तर काहींना विसावा** द्यावा, अशी ही योजना असते. मांस ग्लपनीय आहे, त्यास थकवा येतो, तसा चेतनीस येत नाही, चेतनीतंतू अग्लपनीय असतो. अंतर्मुख सर्व चेतनीतंतूत चेतना असल्या तरी त्यातून त्या एका वेळी काही थोड्या बहिर्मुखात संक्रांत व्हाव्यात, इतरात संक्रांत होऊ नयेत, ही योजना संरक्षक असते, हे उघड आहे.

वक्षोदेशात कशेस अपाय झाल्यानंतर काही दिवसांनी कोणकोणती परावर्तने उमटतात याविषयी वर उल्लेख केला आहे. त्यातील व्यत्यस्त प्रसारक परावर्तन असे जे सांगितले त्याचा अधिक विचार आता करणे आहे. या परावर्तनात एका पायास दुमड घातल्याने दुसरा पाय ताठ होतो, असे सांगितले आहे. येथे अनेक क्रिया वस्तुतः घडतात. एक पाय दुमडताना त्याचे आकुंचक स्नायू संकोच पावतात तर त्याचेच प्रसारक स्नायू लांबतात. असे झाल्याविना दुमडणे सफाईने होतच नाही. याच वेळी दुसऱ्या पायाचे प्रसारण होते म्हणजे त्याचे प्रसारक स्नायू संकोच पावतात, तर आकुंचक स्नायू प्रसरण पावतात, असे दिसून येते. माणूस चालतो तेव्हा एक पाय थोडा दुमडतो आणि दुसरा ताठ राहतो, दुसरा दुमडतो तेव्हा पहिला ताठ राहतो. ही कमीत कमी चार स्नायुसंचांच्या वर्तनांची, चालणे या उद्दिष्टास अनुसरून होणारी सुसंगती आहे. **एकाद्या उपयोगी क्रियेस अनुसरून होणारे सुसंगत परावर्तन असते त्यास सुयोजन[1] म्हणतात.**

1 Adaptation.

मांसतरस्विता उत्पन्न करणारे परावर्तन म्हणजे एका अंतर्मुख चित्तिकेच्या तंतूवाटे चेतना कशेकडे किंवा मेंदूच्या बुंधाकडे जाऊन दुसऱ्या बहिर्मुख चित्तिकेच्या तंतूवाटे परत येणे होय. बहुधा यात मध्यस्थ चित्तिकेचे अंग नसते. परंतु जेव्हा सुयोजन घडते तेव्हा एका चित्तिकेतून येणारी **चेतना अनेक बहिर्मुखात** उतरते. हा भेद दर्शवण्याकरता पहिल्यास नुसते संक्रमण म्हटले आहे तसे दुसऱ्यास न म्हणता **परिवाह**[1] असे म्हटले आहे. एकीतून अनेकीत चेतना उतरताना (परतताना) मध्यस्थ एक किंवा अनेक चित्तिका असणे संभवते. व्यत्यस्त प्रसारक परावर्तन हे एक सोपे व साधे उदाहरण म्हणून घेतलेले आहे. त्याऐवजी दुसरे अवघड जटिल परावर्तनही घेता येण्याजोगे आहे. पायाला मुंगीने चांगला चावा घेतल्याचे उदाहरण घेऊ या. अशा प्रसंगी पाय मागे घेतला जातोच पण हाताने मुंगी पकडण्याचाही प्रयत्न होतो. हे परावर्तन घडत असताना पायाच्या त्वचेतून

कशेत येणाऱ्या चेतना हाताच्या मांसपेशीत परततात असे आढळते. कशेतील पायाच्या त्वचेतून चेतना घेणाऱ्या चित्तिका आणि हाताच्या मांसपेशीत चेतना नेणाऱ्या चित्तिका यात अंतर बरेच असते. तेवढ्या अंतरात बऱ्याच मध्यस्थ चेतिका असण्याचा संभव असतो. भिंगांच्या साहाय्याने पाहण्याची ही गोष्ट असल्याने नेमकी संख्या सांगणे कठीण आहे.

1 Irradiation.

वरील प्रकारे सुयोजन होण्यास चेतनांचा परिवाह लागतोच पण त्याबरोबर इतर मार्गे संभवणाऱ्या चेतनांचा प्रतिबंधही[१] व्हावा लागतो. एका पायातून निघणाऱ्या चेतना दुसऱ्या पायाच्या आकुंचकस्नायूतही पसरण्याचा संभव आहे पण प्रसंगी तसे घडत नाही. म्हणून तशा मार्गांत त्यास जाण्याचा प्रतिबंध असतो असे म्हणता येते. पायाला मुंगी जर कडकडून चावली तर दोनही पाय आखडतात तेव्हा अर्थात दुहेरी परिवाह होतो, पण त्याच वेळी प्रसारक मांसात जाण्यास प्रतिबंधही होतो. एका पायाला जर पुष्कळ मुंग्या एकदम कडकडून चावल्या तर माणूस त्या ओरबडून काढण्याची धडपड करील, आरडेल ओरडेल इ०. अशा प्रसंगी परिवाह पुष्कळ फैलावेल, प्रतिबंध थोडासा राहील पण तो सुसंबद्ध राहणे एकंदरीत कठीणच. ते सर्व दंशाच्या यत्तेवर आणि त्या माणसाच्या इतर गुणावर अवलंबून राहील. एका पायाला जोराने डिवचले असता दोनही पाय आखडले जातात ही गोष्ट मेंदू व कशा यांचा संबंध वक्षोदेशी तुटलेल्या माणसाच्या वर्तनातही दिसून येते. एकूण निष्कर्ष असा की, परावर्तनाने **सुयोजन घडत असताना प्रतिबंधही घडत असतो**. बहिर्मुख मार्गांपैकी काही मार्ग चेतना जाण्याला खुले राहतात, इतर आडविले जातात. दोनही गोष्टी परिणामास अनुकूल असतात. येथे वापरलेला प्रतिबंध हा शब्द पूर्वी वापरलेल्या प्रतीरण या शब्दाहून वेगळ्या अर्थाचा आहे हे उघड आहे.

1 Inhibition.

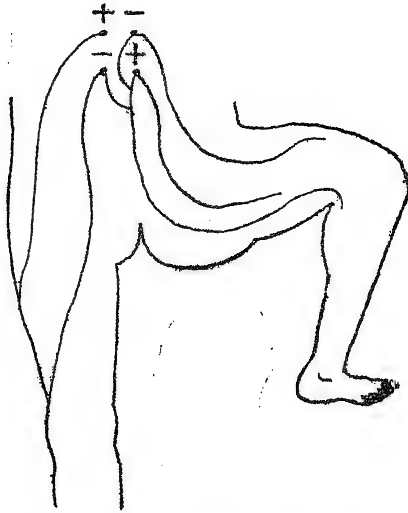
परावर्तनात होणारा परिवाह सार्वत्रिक होण्याची साहजिक प्रवृत्ती असते असे गर्भाच्या वर्तनावरून दिसून येते. गर्भामध्ये सातव्या आठव्या महिन्यात ज्या चळवळी होतात त्या सार्वत्रिक असतात. त्या वेळी चेतनांचा आरंभ कोठून होतो ते सांगणे कठीण आहे. अकाली गर्भपात झाल्यास बाह्यांगी कोठेही केलेला क्षोभ सर्वत्र पसरण्याची प्रवृत्ती दिसून येते. पूर्ण दिवसांनी जन्म झाल्यावर देखील असे आढळते की, नुसत्या ओठास स्पर्श केल्याने चोषणरूप परावर्तन होते, इतकेच नव्हे तर हनुवटीस किंवा गालास स्पर्श केल्यानेही चोषणरूप परावर्तन घडते.

नवजात मूल रडते व हातपाय हालवते, किंबहुना श्वसन करतें तेंही परावर्तन असतें. त्याचा आरंभ सर्वांगत्वचेच्या हवेशी झालेल्या स्पर्शाने होतो. नंतर त्याच्या हालचाली पचनेंद्रियात उद्‌भवलेल्या परावर्तनाच्या असतात. प्रौढपणी दिसून येणाऱ्या परावर्तनाच्या हालचाली हळू हळू उमटू लागतात. मध्यंतरी गुदगुल्यांनी हसू येणे, हे एक परावर्तन उमटतें. ते काही दिवसांनी बरेच सौम्य होते. परावर्तनाचे चैतनिक मार्ग तयार होण्यास काही वर्षे लागतात. परावर्तनावर इच्छेची थोडीबहुत छाप असते. इच्छामार्ग केव्हा उत्पन्न होतात ते नेमके सांगणे कठीण आहे. इच्छेचा प्रभाव अगदी शिशुपणीच दिसून येतो हे खरे. तरी मलमूत्र विसर्जनावर इच्छेची चांगली छाप तयार होण्यास चारपाच किंवा अधिकही वर्षे लागतात असे कैक प्रसंगी आढळते. **गर्भकाली सार्वत्रिक असलेले परावर्तन हळू हळू पुष्कळसे मर्यादित होते.**

आरंभक चेतक अतिरिक्त असले तर चेतनाचा सार्वत्रिक प्रसार होतो हे एक दोन उदाहरणावरून चांगले दिसून येते. समजा एकाद्याला कोणीतरी ढकलले. अशावेळी स्वाभाविक परावर्तन म्हणजे तोल सावरण्याच्या हालचाली घडून येणे हे होय. पण ढकला मोठा असला तर **सावरण्याऐवजी कोलमडणे** घडते. सावरणे हे योग्य मर्यादेत राहिलेले परिवाहरूप आहे. उलट कोलमडणे हे **अमर्याद परिवाह**-रूप आहे. येथे अमर्याद व समर्याद म्हणजे असंबद्ध व सुसंबद्ध असे आहे. सुसंबद्ध परिवाह म्हणजेच सुयोजन होय. येथेही परिवाहाबरोबर प्रतिबंध असतोच हे ध्यानात घ्यावे. प्रतिबंध नसेल तर असंबद्ध क्रिया होईल ती धोक्याची असण्याचा संभव असतो. पाण्यात पडून बुडत असलेल्या माणसाची धडपड हे असंबद्ध परिवाहाचे उत्कृष्ट उदाहरण आहे. या प्रसंगी चेतना उत्पन्न होतात. त्या पाण्याचा देखावा व अंगस्पर्श यांनी. त्यांच्या परवर्तनाने असंबद्ध हालचाली उत्पन्न होतात. पोहण्याची कला शिकावी लागते ती तशी अवगत नसल्याने असंबद्ध परावर्तन होते. ते इष्ट परिणाम घडवीत नाही. तरंगण्याची इच्छा असते तरी तिला योग्य वर्तनमार्ग सापडत नाही. बहिर्मुख चेतना संकुल होतात, गोंधळ होतो. प्रस्तुत प्रसंगी संकुलता उत्पन्न होते ती मूळ चेतना प्रबल असतात म्हणून नव्हे, तर त्या अपरिचित असतात म्हणून होय.

व्यत्यस्त प्रसारक परावर्तन म्हणून जे सांगितले आहे त्यातील तत्त्व आणखी दोन प्रकारे सांगितले जाते. अन्योन्य–चेतनायोग आणि अन्योन्य–चेतना-प्रतिबंध असे ते दोन प्रकार होत. शरीरात जे स्नायू आहेत त्यात काही आकुंचक तर काही प्रसारक तर काही उपसारक, काही समाकुंचक तर काही विस्तारक

(उदा० डोळ्याची बाहुली आवळणारा व सैलावणारा अशा) परस्पर विरुद्ध वर्तन करणाऱ्या जोड्या आहेत. सुसंबद्ध क्रिया घडण्याला एकाचे जितके आकुंचन तितकेच त्याच्या विरुद्धाचे प्रसारण झाले पाहिजे. एकाचे जितके प्रसारण तितकेच दुसऱ्याचे आकुंचन झाले पाहिजे. तसेच ते निकोप परावर्तनाच्या वेळी घडून येते. आकुंचक व प्रसारक स्नायू आपल्यातील चेतनातंतूंच्या द्वारा असे सुयुक्त वर्तन घडवून आणतात, म्हणून अशा वर्तनास **अन्योन्य-चेतनायोग**[1] आणि विरुद्धांचा प्रतिबंध म्हणून **अन्योन्य-चेतनाप्रतिबंध**[2] अशी दुहेरी नावे देतात. दोहींचे समावेशक नाव अन्योन्य चेतनायन असेही देता येईल.



आ० ३६. २अन्योन्य चेतन, उजव्या मांडीत प्रसारक शिथिल (निवृत्त) तर आकुंचक आकुंचित (प्रवृत्त). त्याच वेळी डाव्या मांडीत प्रसारक प्रवृत्त आणि आकुंचक निवृत्त.

1 Reciprocal innervation. 2 Reciprocal inhibition.

एका निर्यातीच्या मार्गाने परावर्तन चालू असताना निराळ्या आयातीच्या मार्गे पण त्याच निर्यातीच्या मार्गाने परावर्तन होऊ शकते काय ? असा प्रश्न केला तर त्याचे उत्तर काढणे अगदीच सोपे आहे. किंबहुना त्याचे उत्तर अस्पष्टपणे दिलेलेच आहे. स्नावपरावर्तने होतात तेव्हा त्याच निर्यातमार्गे अगोदरच एक परावर्तन चालू असते ते आपण अगोदरच पाहिलेले आहे. जागेपणी तरतरी येते तेव्हा तत्कारक अल्पसंकोची परावर्तन चालू असतेच. अल्पबल चेतना चालू असता त्याच मार्गे प्रबल चेतना चालू झाल्याचे हे उदाहरण आहे. परंतु झक्काररूप स्नावपरावर्तनाचे उदाहरण कशाला पाहिजे ? आपल्या सामान्य हालचालींचेच उदाहरण लागू पडण्याजोगे आहे. या हालचाली करण्यापूर्वी तरतरी आलेली असणे एवढीच गोष्ट येथे अवश्य आहे. जाग आल्याबरोबर डोळे उघडण्याने थोडीशी तरतरी येते. ती आल्यावर आपण ज्या हालचाली करतो त्यांची

पूर्वसिद्धी या तरतरीने झालेलीच असते. पावलाला शेजारी शेजारी जर दोन मुंग्या चावल्या तर परिणामी परावर्तन तेच घडते. त्याचे बळ वाढते. दोहींच्या ऐवजी जर पुष्कळ मुंग्या चावल्या तर परिवाह होऊन विस्तृत परावर्तन होते आणि या क्षोभकारणांचा अतिरेक झाल्यास संकुल परावर्तन होते, गोंधळ होतो आणि शेवटी सर्वच हालचाली थांबतात. **संकुल परावर्तन होत असताना चेतनांचा प्रतिबंध कमी कमी होतो पण अखेर प्रतिबंधच सार्वत्रिक होतो.**

मुंगी चावण्याने होणाऱ्या परावर्तनाचाच अमळ निराळ्या रीतीने विचार करण्याजोगा आहे. समजा एक मुंगी हाताला चावली आणि तिच्या दंशामुळे होणारा हात आखडण्याचा परिणाम झाला. नंतर मुंगी काढून टाकून हात पहिल्यासारखा लांब केला तोच पुनः एक मुंगी चावली तर काय होते ? आता पहिल्यापेक्षा अधिक जोराने तेच परावर्तन घडते. मुंगीचा दंश पहिल्या इतकाच तीव्र असला तर ही गोष्ट होते तथापि दंश कमी तीव्रतेचा असला तरीही परावर्तन कमी जोराचे न होता तितक्याच जोराचे होते. एकूण परिणामतः एकच गोष्ट दिसून येते की पूर्वदंशाने परावर्तनास अधिक बळ येते किंवा परावर्तन सुकर होते. तेच निराळ्या रीतीने असेही सांगितले जाते की, **चेतनानिर्यातीचा मार्ग पूर्वानुभवाने चेतनावहनाला अधिक सुलभ होतो**. या क्रियेस सुलभीकरण[1] किंवा नुसते सुकरण म्हणतात. चेतना वाहण्याला एकदा वापरलेला मार्ग मागून येणाऱ्या तसल्याच चेतनांना उत्तरोत्तर अधिक सुलभ होतो. याच जातीच्या चेतना प्रबल होता होता अतिप्रबल झाल्या की त्या अपाय करतात; मार्ग सुलभ होण्याऐवजी पंगू होतो. वर्तन बिघडून जाते. काही मर्यादित पुनरावृत्ती सौकर्य उत्पन्न करते. त्याबाहेर सौकर्याऐवजी अपाय होतो. प्रथम मांसात ग्लानी येते आणि नंतर चेतनीत वहनास प्रतिबंध उत्पन्न करतो.

1 facilitation.

मानवी शरीरावर मोजमापासहित परावर्तनासंबंधी प्रयोग करता येतात पण ते थोडे. विशेष तपशीलवार माहिती मिळविण्याकरता मानवावर प्रयोग करणे इष्ट नसते. असले प्रयोग कुत्री, मांजरे, ससे, बेडूक, अशा प्राण्यांवर केले गेले आहेत. कशा व मेंदू यांचा संबंध तोडून विशिष्ट क्षेत्रात त्वचेवर आणि त्वचेखालच्या मांसात व चेतनीसही विजेचे चेतक लावून परिणाम मोजून पाहता येतात. चेतनीतंतूतून चेतना वाहते आणि चित्तिकेच्या बुंधातून चेतना दुसऱ्या चित्तिकेत संक्रांत होतात. **चेतनीतंतू व चित्तिकामर्म यातून चेतनांची चाल** कशी काय होते ते पाहिले असता या दोन अवयवात जो भेद दिसून येतो तो असा :—

चेतनीतंतूत–

१) चेतना दोनही दिशात वाहतात.
२) एका धाग्यात वहनाचा वेग जोच्या तोच असतो.
३) एकामागून एक उत्पन्न झालेल्या चेतना तशाच पृथक्पणे वाहतात.
४) चेतनांची कंप्रता सेकंदात १०० हून अधिक असली तरी जशीच्या तशीच राहते.
५) चेतक थांबवल्याबरोबर तदुत्पन्न चेतनाही थांबतात. अतिप्रबळ चेतनांना हा नियम लागू पडत नाही.
६) चेतनोद्भव सर्व गोष्टी झटक्यास उदय व अस्तही पावतात. पूर्व स्फुरणाची बाधा उत्तरस्फुरणाला होत नाही.
७) चयनमान अल्प असते. चेतना वाहताना ते षष्ठांशाने वाढते.
८) ग्लानी येत नाही. कित्येक तासपर्यंत चेतना वहात राहू शकतात.
९) चेतना वाहण्यास स्वभावतः प्रतिबंध होत नाही.

चेतनामर्मात–

१) चेतनासंक्रमण अंतर्मुखातून बहिर्मुखात होते, उलट होत नाही.
२) चेतनासंक्रान्त होताना थोडा का होईना पण विलंब होतो.
३) चेतना एकामागून एक आल्या तरी त्यांचे मीलन संभवते. पूर्व चेतनेने चेतनीयता वाढलेली नसते तेव्हाच त्यांचा पृथक्पणा टिकतो, एरवी नाही. (कलम ६ पहा).
४) आयात-चेतनांच्या कंप्रतेपेक्षा निर्यात-चेतनांची कंप्रता भिन्न असू शकते.
५) चेतनांची आयात संपल्यानंतर सुद्धा निर्गामी चेतना उद्भवतात.
६) चित्तिकामर्माच्या पूर्वव्यापाराचा परिणाम नव्या व्यापारावर स्पष्टपणे आढळून येतो. चेतनीयता सहजासहजी बदलते. सुलभीकरण यामुळे घडते. (३ कलम)
७) चयनमान बरेच वरचढ असते. विश्रांतीपेक्षा कार्यकाळी ३,४ पट ऊर्व O_2 खपतो.
८) चेतनांची आयात वरचेवर झाल्याने ग्लानी येते असे वारंवार मध्यस्थ चित्तिकात घडते.
९) चेतनावहनास प्रतिबंध वरचेवर घडून येतो.

वक्ष आणि उदर यात जी **कोष्ठांगे** आहेत त्यावर आपल्या इच्छेचा ताबा नसतो. **त्यात ज्या हालचाली होतात आणि स्रवणक्रिया होतात त्या सर्व परावर्तनरूप असतात.** त्यांच्याविषयी विवेचन विविध इंद्रियांचे व्यापार सांगताना केले जाईल. कोष्ठांगात उत्पन्न होणाऱ्या चेतनांचा परिणाम परावर्तनरूपानेच उदरतटाच्या स्नायूवर होऊ शकतो तो ठळकपणे कळून येण्यासारखा आहे. कोष्ठांगे आणि उदरतट यांमध्ये पर्यंत्रपटल असते. त्यास अपाय झाला असता, आतड्याच्या आणि कित्येक अंतरिंद्रियांच्या हालचाली बंद पडतात आणि उदरतट ताठ होऊन राहतात. दुखावलेल्या इंद्रियाचे रक्षण करण्याकरता या दोनही गोष्टी अवश्य असतात. उदरतटाचा ताठपणा हे पर्यंत्रास दुखावा झाल्याचे स्पष्ट लक्षण मानले जाते. या परावर्तनव्यापारात कोष्ठांगातील चेतन्या हे आयातीचे मार्ग आणि कशीय चेतन्या हे चेतनांच्या निर्यातीचे मार्ग असतात. निकोप अवस्थेत आतड्यास सावरून धरण्याला अवश्य तितकीच तरस्विता उदरस्नायूत असते. आतड्यांचा आकार वेळोवेळी बदलत असतो तरी उदरतट नेहमी त्यांची साथ करतात, हा चेतनापरावर्तनाचाच परिणाम होय.

कोष्ठांगात ज्या चेतन्यांचा व्यूह आहे त्यास कारुणिक व्यूह असे म्हटले आहे. या व्यूहाचा रचनाविशेष हा आहे की, त्यातील निर्यातीचे मार्ग कोष्ठांगापर्यंत एकसंधी नसतात. मध्यंतरी एकाद्या पुंजकात त्यांना खंड पडलेला असून तेथेच त्या खंडाचा दुवा जमलेला असतो. निर्यात मार्गाचा एक खंड पुंजकपूर्व तर दुसरा पुंजकोत्तर असतो. ज्या चित्तिकात निर्यात चेतनांचा आरंभ होतो त्या चित्तिकांचे बुंधे मध्य मेंदूत, मस्तुकात, वक्षस्य व कटीय कशा विभागाच्या अपमध्यांगात आणि त्रिकीय कशाविभागात असतात. वक्ष:कटीय[1] विभागाशी जोडलेल्या कारुण व्यूहास **प्रकारुणिक** आणि करोटित्रिकीय[2] व्यूहास **प्रतिकारुणिक** म्हणतात. चेतनासंक्रमणासंबंधात या दोन व्यूहात **महत्त्वाचे भेद** असतात ते असे:—

1 Thoracodorsal. 2 Craniosacral.

प्रतिकारुणिक तंतूत चेतना उद्भवल्यापासून त्यांचा कोष्ठांगात परिणाम उमटेपर्यंत कालावधी लागतो तो अल्प असतो. तो सेकंदाच्या शतांशाने मोजण्याइतपत असतो. काहीत तर तो सेकंदसहस्रांशाच्या टप्प्यात असतो.

प्रकारुणिक तंतूत चेतना उद्भवल्यापासून त्यांचा कोष्ठांगात परिणाम उमटेपर्यंत कालावधी लागतो तो अल्प नसतो. तो सेकंदापेक्षा बराच मोठा असतो. क्वचित ५०, ६० सेकंदांचाही असतो. हा परिणाम चेतना थांबल्यावरही काही सेकंदेच काय पण मिनिटे देखील टिकून राहतो.

बहुधा चेतना वाहण्याचा वेग प्रकारुणिक पुंजकोत्तर तंतूत असतो त्यापेक्षा प्रतिकारुणिक (पुंजकपूर्व) तंतूत अधिक असतो.

कोष्ठांगावर प्रतिकारुणिक व्यूहातील पुंजकोत्तर तंतूंच्या उत्तेजनाने जे परिणाम होतात तेच पित्तामोदाने[1] होतात. एकंदर कारुणिक व्यूहाच्या पुंजकपूर्व तंतूचे जे परिणाम पुंजकावर व्हावयाचे तेही पित्तामोदाने होतात.

1 Acetyl choline.

प्रकारुणिक पुंजकोत्तर तंतूवर उत्तेजनाचे जे परिणाम व्हावयाचे तेच अधिवृक्कीन स्यंदाने होतात. (प्र० ५९ पहा.)

कारुणिक पुंजकात चित्तिकाबुंधे असतात आणि त्या एकेकातून निघालेला एकेक असे तंतू असून शिवाय चित्तिकासंपर्क न होताच अभंगपणे येते जाते तंतूही असतात. चित्तिकाबुन्धे तसेच तंतूही सूक्ष्म असल्यामुळे त्याजविषयी हा तपशील भिगांच्या साह्याने प्रत्यक्ष सिद्ध होणे कठीण असते. तथापि तो एका युक्तीने सिद्ध करता येतो ती युक्ती अशी:– विरळ केलेले निकोटीन नामक रसायन पुंजकास फासले असता एका चित्तिकेतून दुसऱ्या चित्तिकेत **चेतना संक्रांत होण्यास अटकाव** होतो पण एकाच तंतूत अखंडपणे चेतना वाहण्यास अटकाव होत नाही. या युक्तीने कोणते तंतू अखंडपणे पुंजकात गुंतलेले असतात आणि कोणते खंडित असतात ते सहज समजू शकते.

प्रतिकारुणिक व्यूहात पूर्व व उत्तर तंतूंची गाठ पडण्याची ठिकाणे त्या त्या इंद्रियापासून अलग अशी चारच आहेत. पल्लवी पुंजकात कनीनिकेत जाणारे तंतू, मूर्धन्यतालव पुंजकात आणि तेथेच नाक व तालू यांच्या आस्तरास जाणारे तंतू ग्रथित होतात. अवहानव व अवजिव्ह प्रपिंडास जाणारे तंतू अवहानव पुंजकात ग्रथित होतात आणि तोंडाचे आस्तर व अवकर्ण प्रपिंड यात जाणारे तंतू ओतपुंजकात ग्रथित होतात. इतर सर्व पूर्वतंतू त्या त्या कोष्ठांगापर्यंत जातात. तेथेच उत्तरतंतूंचा उगम होतो.

प्रतिकारुणिक तंतूंना चेतना देण्याचे परिणाम–

चेतनी	**कोष्ठांग**	**परिणाम**
करोटीया तिसरी	कनीनिका	तारका-आकुंचन
करोटीया सातवी	लाला प्रपिंड	विरळ लालास्राव
विगूढा	श्वसनिका	मांससमाकुंचन
,,	हृदय	निस्तेजन, स्पंदमंदीकरण
,,	जठर	जाठरस्राव

,,	जठरमांस	आकुंचन
,,	अंत्रमांस	आकुंचन
,,	हृदय मेखलिकाप्रवा	आकुंचन
(कटीर)–कोष्ठांगी	बस्तिसंकोचक	आकुंचन
	मेहनीकंकण	शिथिलन
	कुक्षी	वाटोळच्या मांसतंतूंचे संकोचन आणि लांबट मांसतंतूचे शिथिलन.

रक्ताभिसरण, श्वसन, पचन, उत्सर्जन इ. व्यापारात **प्रतिकारुणिक** चेतना-मार्गांचा काय काय उपयोग असतो, हे त्या त्या प्रकरणात सांगितले आहे. त्यावरून जीवनव्यापारातील त्यांचे असामान्य महत्त्व ध्यानात येईल. त्यावरून हेही समजून येईल की, प्रतिकारुणिक व्यूहाच्या भिन्न भिन्न मार्गात स्पष्टपणे पृथक्त्व कायम ठेवून चित्तिकान्वये चेतना वाहतात. उदाहरणार्थ जठरमार्गात आक्रमण न करता हृदयस्पंदाचे मंदीकरण होऊ शकते, आणि प्रपाचक प्रपिंडातून स्राव उत्पन्न करणाऱ्या चेतना आतड्याच्या हालचालीत काही घालमेल करीत नाहीत. या किंवा त्या मार्गात **पृथक्पणे चेतना वाहू शकतात.**

तुलनेने पहाता **प्रकारुणिक व्यूहात असा पृथक्पणा अनुभवास येत नाही.** एकाद्या मर्मात चेतनांची आयात झाली असता ती नेमक्या एकाच मार्गाने परावृत्त होते असे नाही. ती अनेक निर्यातमार्गात शिरते. प्रकारुणिक पुंजकोत्तर तंतू कोठे कोठे उद्भवतात ते पुढील कोष्टकात दाखविले आहे :–

अवयव	**पूर्वतंतुप्रभव**	**उत्तरतंतुप्रभव**	**चेतनापरिणाम**
कनीनिका	व$_1$ (ग$_7$)	ऊर्ध्व ग्रैवपुंजक	तारकाविकासन
अश्रुपिंड	,,	,,	अश्रुस्रवण
लालाप्रपिंड	,,	,,	घनदाट अल्प लालास्राव
हृदय	व$_1$ ते व$_4$	तारकापुंजक	स्पंद-त्वरा-बल-वर्धन
जठर }	व$_5$ ते व$_{10}$	तुंदीय, ऊर्ध्व व	अल्प स्राव
जठर-अंत्र-मांस }		अधर धरित्रीय पुं०	संकोचप्रतीरण
बस्तिसंकोचक	क$_1$ क$_2$ क$_3$	अधर धरित्रीय पुं०	तरस्विताक्षपण
मेहनीकंकण	क$_1$ क$_2$ क$_3$	,,	तरीष–वर्धन
शिरो भुज–त्वचा– उपप्रवा	व$_1$ व$_2$	ग्रैव पुंजक	संकोचन
उदर कोष्ठांग-उपप्रवा	व$_2$ ते व$_{12}$	व आणि तुंदीय पु०	,,

पलमन्-मस्तु-उपप्रवा			किंचित् संकोचन
कांकालिक मांस-उपप्रवा	$क_1$ $क_2$ $क_3$	क आणि त्रि० पुं०	नियम नाही
हृदय-मेखलिका	$व_1$ $व_2$	तारकापुंजक	विकासन
स्वेदप्रपिंड	सर्व-		स्रवण
रोमांचक मांस	मालिका		संकोचन
कुक्षी	$त्र_2$ $त्र_3$ $त्र_4$		लांबट मांसाचे आकुंचन प्रेरण
			वाटोळ्या मांसाचे प्रतीरण शिथिलन

प्रत्येक इंद्रियाला प्रकारुणिक व प्रतिकारुणिक या दोनही व्यूहातून चेतना मिळण्याची योजना असते. त्यांचे परिणाम एकमेकींच्या विरुद्ध असतात. जेव्हा एक इष्ट किंवा उपयोगी असतो तेव्हा दुसरा अनिष्ट असतो. परिणाम समजून घेण्याकरता उत्तरतंतूस चेतक लावण्याचा प्रयोग करून पाहता येतो. परंतु स्वाभाविकपणे या चेतना येण्याचे मार्ग कोणते ते पाहणे कठीण आहे. यामुळे तसे **आयातीचे तंतू निश्चितपणे माहीत झालेले नाहीत**. ते कोणते असावेत याविषयी तर्क मात्र चांगला करता येतो. स्वेदाचीच गोष्ट घ्या. श्रम करीत असताना शरीरात मल व जादा उष्णता उत्पन्न होत असते. त्या वेळी स्वेद येण्याने या दोनही गोष्टींचा निकाल झटपट करता येतो. स्वेद उत्पन्न करवणाऱ्या चेतना मल व उष्णता यांनीच उत्पन्न केल्या जातात आणि त्वचेत जाणाऱ्या चेतनीतंतूंना मिळतात याविषयी संशय नाही. निर्यातीचे मार्ग माहीत आहेत. त्यांना येऊन मिळणारे आयातीचे मार्ग कोणते संभवतात हे तर्काने जाणता येते. प्रकारुणिक व प्रतिकारुणिक यात एक भेद असा सांगता येतो की, **प्रकारुणिकाने अपचयन वाढते तर प्रतिकारुणिकाने उपचयन वाढते**. तथापि हा भेद विशेष समर्थनीय नाही.

कारुणिक व्यूह हा इच्छाधीन नाही. हात हालवण्याच्या इच्छेने तो हालवता येतो तसे जठर किंवा आतडे काही इच्छेनुसार हालवता येत नाही. याच व्यूहास स्वायत्त असेही म्हणतात पण स्व म्हणजे स्वेच्छा मात्र नव्हे. स्वायत्त म्हणजे त्या त्या इंद्रियाच्या आयत्त किंवा आधीन असा अर्थ असतो पण तोही समर्थनीय नाही. खरोखरी कोणत्याही **कोष्ठांगात चालणारे स्रवण किंवा चलन त्या त्या इंद्रियाने केलेले असते असे नव्हे**. त्यास चेतना चेतनतंतूंच्या द्वारा मिळालेली असते. या चेतनेचा आरंभ त्याच इंद्रियात सहसा नसतो. दुसऱ्या एकाद्या इंद्रियात म्हणजे कोष्ठांगात असतो किंवा बाह्यांगातही असतो. उदाहरणार्थ तोंडात घास चघळीत असता जठरात पाचकरसस्रवण होते. त्वचेस थंड हवा किंवा पाणी लागताच श्वासाची धडपड होते. पण असा विशिष्ट प्रसंग नसताही श्वसन व अभिसरण

यांच्या इंद्रियांचे वर्तन एकमेकांच्या मेळात आणि इतर हातपाय इत्यादिकांच्या मेळातही चालते, हे त्या त्या ठिकाणी दाखविलेले आहे. कांकालिक मांसाचे चैतनिक संबंध तुटले असता त्याचे कार्य घडतच नाही तसे कोष्ठांगांचे होत नाही त्यांचे कार्य चालू राहते. एवढ्यावरूनच त्यांना स्वायत्त म्हणावयाचे असेल त म्हणावे. खरोखरी **कोष्ठांगांच्या क्रिया परावर्तनरूप असतात.**

परावर्तनासंबंधी पुष्कळ प्रयोग पशूवरती झालेले आहेत. केवळ कशेमधे कोणती परावर्तने घडतात ते पाहण्याकरता पशूची कशा आणि मेंदू यांच संबंध तोडून टाकतात. अशा प्राण्यास विभक्तकश–प्राणी[1] म्हणतात. अशा प्राण्यामधे व्यत्यस्त प्रसारक परावर्तन चांगले दृष्टोत्पत्तीस येते. अशा प्राण्याच्य चेतन्यांची पश्च मुळे तोडली असता तरस्विता नाहीशी होते. तरस्विताकार आयातचेतनांचे मार्ग निरुपयोगी झाल्याचा हा परिणाम असतो. कुत्र्याच्य खांद्यावर त्वचेस डिवचल्याने त्याच्या पायाच्या पंजाने तो तेथे खाजवतो. परावर्तन **खाजव परावर्तन** (कंडूयन परावर्तन[2]) म्हणून प्रसिद्ध आहे. खांद्याच्य त्वचेत वरेच आयातीचे चेतनीतंतू असतात. त्यातील एकाद्याला बराच वे डिवचल्याने प्रथम जरी खाजवणे सुरू झालेले असले तरी ते काही वेळाने ब पडते. असे झाल्यानंतर दुसऱ्या एकाद्या त्याच खांद्यावरच्या त्वचेतील अंतर्मु तंतूपैकी दुसऱ्या एकाद्याला डिवचले असता खाजवपरावर्तन घडते. या प्रसंग मध्यस्थ चित्तिकामधे चेतना प्रतिबंध घडला होता असे सहजच अनुमा निघते. एकाद्या मांसपिंडाचा परमसंकोच मोजून ठेवावा. असे करण्याकरत त्याच्या बहिर्मुख चेतन्यांना चेतक लावावे लागतात, असे केल्यावर मग त्य ऐवजी त्याच्या अंतर्मुख चेतन्यांना चेतक लावावेत. या प्रसंगी मात्र परमसंको होत नाही. त्याहून कमी मानाचा संकोच होतो. यावरून हे सिद्ध होते **अंतर्मुख चेतना सर्व बहिर्मुखात एकदम उतरत नाहीत. काहीत त्यांना प्रतिबं होतो.** 1 Spinal animal. 2 Scratch reflex.

मांसाने चेतना स्वीकारण्याच्या बाबतीत जो सांकेतिक **द्विगुण चेतक अव** म्हणून मागे सांगितला तो **विभक्तकश प्राण्यामधे वाढलेला असतो,** असे आ ळून येते. कशा मेंदूपासून विभक्त केल्यानंतर अंतर्मुख चेतनीतंतूतून अधि कंप्रतेच्या चेतना वाहवल्याखेरीज परावर्तन घडत नाही. कंप्रता बदल नाही तर चेतना देत राहण्याचा काल वाढवावा लागतो तेव्हा संकोच प्र होतो. अधिक चेतनांची मिळवणी करून घ्यावी लागते, हा इत्यर्थ. मेंदू **संबंध चालू असताना त्याचा काही प्रभाव खालच्या कशारूप इंद्रिया**

घडत असतो असेही यावरून म्हणणे भाग पडते. ही गोष्ट कुत्रे व मांजर यांच्या बाबतीत आढळून येते असे नव्हे तर काही अंशी ती बेडकामधेही आढळते. कशा विभक्त झाल्याने माणूस या अपकाराने सुन्न होतो तो काही महिने लोटल्याखेरीज ताळयावर येण्याची चिन्हे उमटत नाहीत. पूर्णपणे अव्यंग असा कधीच होत नाही, थोडा थोडा सुधारतो. माकडाला पूर्वपदी येण्याला एकादा दुसरा महिना पुरतो; कुत्रे मांजर यांना याहून कमी वेळ पुरतो, काही दिवस लागतात; तर बेडूक एकाद्या तासाच्या आतच पूर्वपदी येतो. हे कालावधी सांगितले ते व्यत्यस्त प्रसारक परावर्तनास अनुलक्षून आहेत.

मनुष्य संपूर्ण विसावा घेण्याकरता भुईवर किंवा बिछान्यावर पसरतो. परंतु थोडेसे का होईना काम करणे असेल तर बसला राहतो किंवा उभा राहतो. बसले किंवा उभे राहणे यासाठी मांसपेशींचा उपयोग एकमेकींच्या मेळांत करावयाचा असतो हे उघड आहे. ठाम बसणे किंवा सावरून बसणे आणि उभे राहणे यास अवस्थान[1] म्हणतात. यासाठी कांकालिक मांसपेशींचा उपयोग करावयाचा असतो. जागृती बरोबर मांसततिक परावर्तन सुरू होते आणि आपल्या इच्छेनुसार बसणे, उभे राहणे किंवा चालणे इ. क्रिया आपण करतो. त्या करताना आरंभ इच्छाप्रेरणेने होतो हे खरे. तरीही प्रेरणा आपणाला एकसारखी चालू ठेवावी लागत नाही. **बहुत काळपर्यंत बसणे किंवा उभे राहणे चालू राहते ते परावर्तनाने राहते.** निरनिराळ्या स्नायूंचा संकोच-प्रसार एकमेकांच्या मेळात सुयोजित होतो. उभे राहताना चरणांच्या आणि वरच्या कबंधाच्याही प्रसारकस्नायूत तद्विरुद्धापेक्षा अधिक संकोचन घडून येते. बसताना कबंधाच्या स्नायूत संकोचन तसेच राहते पण चरणस्नायूंची व्यवस्था निराळी राहते. याशिवाय किती तरी प्रकारे शरीर सावरून एका स्थितीत ठेवता येते. योगपद्धतीची निरनिराळी शेकड्यावारी आसने करण्याकरता तितक्या विविध रीतींची अवस्थाने राखावयाची असतात. पुष्कळशी परावर्तने यात गोवलेली असतात. साधी तरस्विता ज्या त्या पेशीतील आयात-निर्यात मार्गांनी उत्पन्न होते. याशिवाय कशेच्या एका कांडातील चित्तिकांमार्फत व्यत्यस्त परावर्तने घडतात. लागोपाठ वरच्या खालच्या चेतनीमधील कशाभाग तो कांड होय.

1 Posture.

हातापायांच्या योजनेचा मेळ घालण्याकरता बऱ्याच दूरच्या कशाकांडांचा संबंध वापरावा लागतो. या वापरात बऱ्याच मध्यस्थ चित्तिकांचा उपयोग होतो. मानेच्या ठेवणीशी मेळ घालावयाचा म्हणजे त्याच्याही वरच्या कांडाचा उपयोग

अवश्य असतो. कशेच्या वर मस्तुक हा अवयव असतो. त्यात श्वसन व अभिसरण या क्रियांची मर्मे असतात म्हणून त्याशी संबंध तुटला असता जीव जगू शकत नाहीं. मस्तुक-कशासंबद्ध आहे. पण त्यावरच्या मेंदूच्या काही भागास अपाय किंवा आमय (आजार) झाला आहे, असे असेल तर विकृति-स्थानानुसार अवयवास ताठरपणा येतो. अशा आतुराचे डोके धरून उजवीकडे तोंड फिरविले तर डावे हात पाय आखडतात किंवा मुडपतात किंवा आकुंचित होतात म्हणा आणि त्याच वेळी उजवे हात पाय हे अवयव पसरतात. तोंड जर समोरच ठेवले तर हात आखडतात आणि पाय मात्र पसरतात. अशाप्रसंगी जो ताठरपणा येतो त्याला **मस्तकाहृति** (मस्तकहीन) **दृढता**[1] असे म्हणतात.

1 Decerebrate rigidity.

मस्तकाहृति-दृढतेसारख्या गोष्टींची उपपत्ती लावण्याकरता **प्रयोग** करावयाचे ते बहुशः **कुत्रे व मांजर यावर** केले गेले आहेत. मर्कटावरही काही प्रयोग झालेले आहेत. मस्तुक आणि मध्यमेंदू (मस्तिष्क) यांचा संबंध तुटला असता मांजराचे हात पाय आणि मानही ताठ होतात, आणि शेपूट किंचित् वरचे वळण घेऊन ताठच राहते. पाय मागे आणि हात पुढे रोखलेले राहतात. हे अवयव मुद्दाम दुमडू म्हटले तरी तसे करण्यास महाप्रयास पडतात. अशा प्राण्याच्या कशामस्तुकांचा मस्तिकाशी असलेला संबंधही तोडला असता, ताठरपणा राहतोच पण शेपूट सरळ किंवा किंचित खाली वाकते आणि मान ताठच पण मागे वाकते आणि मुखवटा किंचित वरती कलतो. मस्तुकात जी कुंजरचना असते ती बिघडवली असता आणि तिजबरोबरच अपमध्य संस्थमर्मही बिघडविले असता, प्रस्तुत ताठरपणा नाहीसा होतो. प्राणी उभा असला म्हणजे त्याच्या हातापायांच्या प्रसारक स्नायूत विशेष तरस्विता उत्पन्न होते ती तेथील मांसातील अंतर्मुखतंतूतून कशेत आयात होणाऱ्या चेतनांच्या परावर्तनाने आणि त्यातच भरीला संस्थमर्मातून कशेतील कारकमर्मात येणाऱ्या चेतनांनी उत्पन्न झालेला असतो. संस्थमर्मात येणाऱ्या चेतना कानात असलेल्या संस्थेंद्रियात उत्पन्न झालेल्या असतात. संस्थमर्म मस्तुकात असते तेथून त्या परावृत्त होऊन जातात. या दुहेरी चेतनांमुळे पतनविरोधी स्नायूंत[1] (हातापायांच्या प्रसारकस्नायूत) जादा ताठरपणा आलेला असतो. मध्यमेंदूशी कशासंबंध कायम असला म्हणजे जादा दृढता येत नाही. मध्यमेंदूतील रोहितमर्मातून निघणाऱ्या चेतना या कामी प्रतीरण उत्पन्न करतात असे दिसते. 1 Antigravity muscles.

मध्यमेंदूमधे कृष्णमर्म आहे त्याचा संबंध स्तूपबाह्य व्यूह म्हणून जो म्हणतात त्याच्याशी असतो, परंतु कार्यदृष्ट्या त्याचे संबंध अद्याप स्पष्ट झालेले नाहीत. रोहित

मर्माचे कार्य मात्र प्रयोगावरून स्पष्ट झालेले आहे. एकाद्या मांजराचा मेंदू रोहिताच्या खालील भागापासून विभक्त केला असता त्याचे जे वर्तन दिसते ते आणि एकाद्या मांजराची स्थली वरच्या भागापासून विभक्त केली असता त्याचे जे वर्तन घडते ते यांची तुलना केली असता दिसून येते की **रोहितहीन पशूत :–**

(१) वर सांगितल्याप्रमाणे मस्तकाहतिमूलक दृढता ठळक असते.
(२) परसाहाय्याविना हालचाल करता येत नाही.
(३) एकच्या एक अवस्थान राखता येते. दुसरे दिले असता त्यात बदल करता येत नाही.
(४) तोल राखता येत नाही. ढकलले असता पडते, सावरत नाही.
(५) शरीराचे निकोप तपमान राखता येत नाही.
(६) श्वासोच्छ्वासात चलबिचल होते.

छालादिरहित स्थलीवंत पशूत[1] आढळते की Thalamic animal.

(१) मस्तकाहतिमूलक दृढता येत नाही.
(२) परसाहाय्यावाचून उभे राहू शकते.
(३) आडवे पाडले असता आपण होऊन उभे राहते. या कामी उपयोगी पडणाऱ्या परावर्तनास सुवलसुधारण, सुवलन[1] म्हणतात. Righting (reflex)
(४) तोल राखता येतो. ढकलले असता सावरते. पडत नाही.
(५) शरीराचे निकोप तपमान राखता येते.
(६) श्वासोच्छ्वास निकोप असतो.

–छालादिरहित पशूत सुवलसुधारणरूप परावर्तन आढळते तसे ते माणसात आढळत नाही. छालविकृती झालेल्या माणसाला ढकलल्यावर सावरण्याचे सामर्थ्य नसते.

मस्तिकाचे तीन भाग, पुरातन, अतिपुरातन आणि नूत्न, असे पूर्वी सांगितले आहेत. त्यांपैकी पहिले दोन संस्थमर्माशी संबंधित आहेत. या भागांच्या विकृतीने जे परिणाम होतात तेच **संस्थविकृतीने** होतात. शरीरस्थितिविज्ञान आणि तद्भव परावर्तन बंद पडते. नूत्नमस्तिकात विकृती झाली असता मांसतरीष कमी होतो. आणि मांसाचे सामर्थ्यही कमी पडते. कुत्र्यामांजराचे मस्तिक काढून टाकले असता चालणे डळमळीत आणि हेलकावेदार होते, कोणतीही क्रिया नेमकी करता येत नाही, चाचपडत होते, किंवा मुळीच न होता आवती भोवती **चाचपडणेच घडते.** एखादे इंद्रिय प्रयोगासाठी काढून टाकणे या कृत्यास अपाकरण[1] म्हणतात. 1 Ablation.

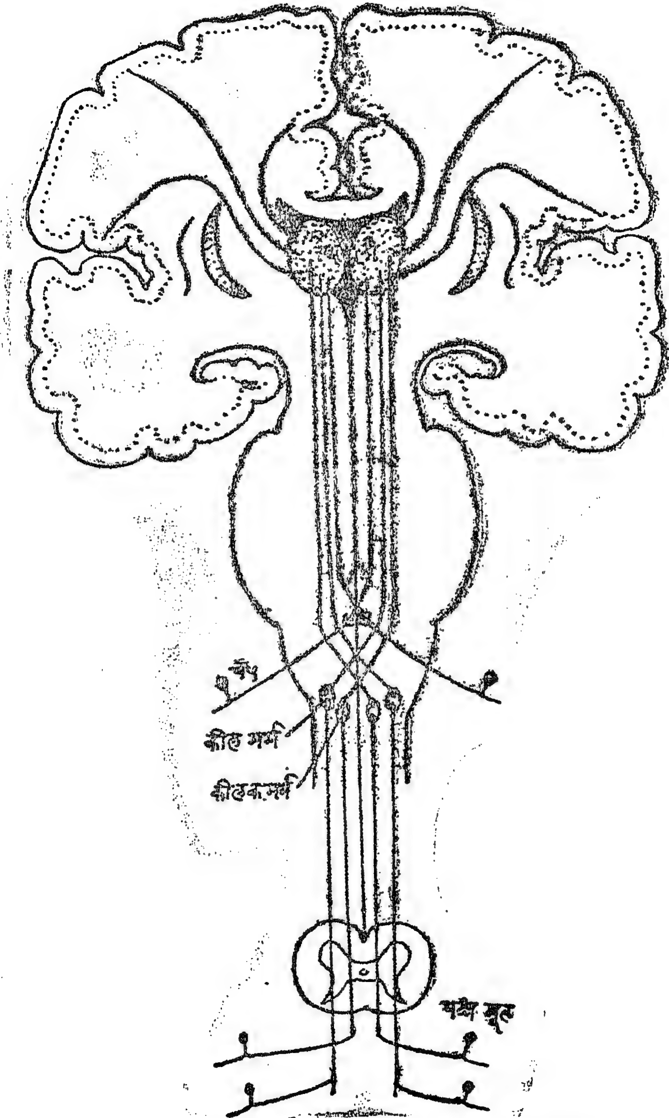
आ० ३६·३ मस्तिकसंबंधांचा नकाशा. २ मध्यम वृंत. ३ अधर वृंत.

अधरस्थली मर्मे अनेक आहेत. त्यातून निघणारे तंतू मध्यमेंदू. मस्तुक व कशा यात जाऊन कारुणिक चित्तिकांशी संपर्क साधतात. प्रांचलाचा संबंध प्रतिकारुणिक चित्तिकांशी असून इतरांचे संबंध प्रकारुणिकांशी असतात. अधिदर्श[1] मर्मांचा संबंध पिहितप्रपिंडाच्या पश्चभागाशी असतो. तो तुटला असता अतिरिक्त मूत्रोत्पत्ती होते, अवस्थली-मर्मांना विजेच्या प्रेरणा दिल्या असता झटपट झोप येते. यावरून तेथे **स्वापमर्म** आहे असे कोणी कल्पितात. परंतु तसे करणे योग्य नाही, असेही कित्येकांचे म्हणणे आहे. शरीरात प्रसंगानुसार कमी अधिक उष्मोत्पत्ती होत असते, सर्व शरीराचे स्वास्थ्य टिकून राहण्याकरिता त्याचे तपमान एका लहानशा टप्प्याच्या आत किंवा बाहेर जाणे इष्ट नसणे, तपमान-नियमनाकरता उष्णता अधिक होईल ती घामावाटे बाहेर जाणे किंवा

कमी होईल तेव्हा ती उत्पन्न होण्याची योजना करणे, या गोष्टी घडवून आणणारे मर्म ते **तापनमर्म**[2] होय. हें प्रांचलेत असते. अवस्थलीचे संबंध वरती स्थली व छाल यांशीही असतात. छालसंबंध तुटले असता मांजर किंवा कुत्रे क्षुल्लक कारणावरून क्रोध प्रकट करते. त्यास वृथा क्रोध[3] म्हणतात. सामान्य स्पर्शानेही मांजर केस पिंजारते, खेकसते, शेपटीची वळवळ करते. छालीतून अशा प्रसंगी प्रतीरण-चेतना याव्यात तशा येत नाहीत, हे या आविष्काराचे कारण होय. 1 Supraoptic. 2 Heat regulating centre. 3 Sham rage.

शरीरास कोणी अपाय केला असता क्रोध येणे आणि अपकारकावर हल्ला करण्यास प्रवृत्त होणे ही साहजिकच गोष्ट आहे. आत्मसंरक्षणार्थ ती अवश्य आहे. स्पर्शाने अपाय झाला असल्यास स्पर्शेंद्रियात चेतना उत्पन्न होऊन कशेकडे वहात जातात. कशीय चेतनींच्या मागल्या मुळावर जो पुंजक असतो तेथे चित्तिकाबुंध असते, आणि तंतू त्वचेपर्यंत आणि कशेपर्यंतही पसरलेला असतो. यापैकी कशेतील शाखा मस्तुकातील कीलकीलकममांपर्यंत पोचते. त्याशी संपर्क पावलेल्या चित्तिकेतील आता हा दुसरा तंतू थेट स्थलीमर्मापर्यंत पोचलेला असतो. त्याशी संपर्क पावलेल्या चित्तिकेचा आता हा तिसरा तंतू मस्तकाच्या छालीपर्यंत पोचून तेथे अपकारसंवेदना उमटते. तेथेच खरोखरी क्रोधभाव उत्पन्न व्हावयाचा, आणि मग त्याचा परिणाम कारक इंद्रियाच्या द्वारा प्रकट व्हावयाचा अशी स्वाभाविक योजना असते. परंतु स्थलीचा छालीशी संबंध तुटला असता सुद्धा क्रोधाची लक्षणे उमटतात. क्रोधवर्तन हे एक अनेक चलने मिळून घडणारे परावर्तन आहे. ते क्षुल्लक कारणाने थोडे आणि मोठ्या कारणाने पुष्कळ उमटावे. परंतु हा **विवेक छालसंबंधानेच उत्पन्न होतो**, तदभावी नाहीसा होतो. क्रोधाप्रमाणेच इतर भावनांचीही गोष्ट आहे. आनंद प्रगट होताना देखील त्यांचे कारणाशी काही प्रमाण रहावे ते छालसंबंधाखेरीज राहात नाही. आनंदोत्पादन किंवा सामान्यतः भावनोत्पादक संवेदना उत्पन्न करण्याच्या चेतना स्थलीत आल्या की तत्प्रदर्शक इंद्रियावाटे प्रकट होतात. **स्थलीला भावनामर्म म्हणतात**. त्याचे कारण आताच सांगितले. स्थलीला त्याबरोबरच जागृतिमर्मही म्हणतात. छालविकृती असून स्थली निकोप असेल तर जाणीव शिल्लक राहते.

स्थलीच्या शेजारी परिस्थलीमर्मे असतात. त्यास अपाय घडला असता माणसाच्या अंगाची गठडी वळते. मान व पाठकणा पुढे वाकतात, हातापायाच्या घड्या पडतात, त्या ज्याच्या त्याला उलगडत नाहीत. हे अवस्थान मोठ्या



आ० ३६·४ छालीसंबंधी अंतर्मुख चेतनामार्गांचा नकाशा.

भयापासून संरक्षण करण्याचे किंवा लपून राहण्याचे आहे. अशा स्थितीत शरीर टणक होऊन राहते. या दृढ व ठाम अवस्थेत आतुराला हालचाली करण्याची इच्छा सहसा उत्पन्न होत नाही आणि झालीच तर ती प्रभावी होऊ शकत नाही. यावरून असे अनुमान निघते की, **परिस्थली हे मर्म इच्छेनुसार घडणाऱ्या हालचालीमध्ये तोल संभाळण्याच्या उपयोगी पडणारे,** किंबहुना चालण्या-बोलण्याच्या कामी उपयोगी असणारा मांसपेशींचा सहकार जुळवून आणणारे आहे. वानराच्या परिस्थलीस अपाय घडला असता त्याला चालता येत नाही.

मनुष्याचे जीवन सुरळीत चालावयाचे असल्यास त्याचे वर्तन बाह्य परिस्थितीशी आणि अंतर्गत इंद्रियांच्या अंत:स्थितीसही अनुरूप असले पाहिजे हे उघड आहे. परिस्थिती आणि अंत:स्थिती यातून उत्पन्न होणाऱ्या चेतना एका मार्गाने मध्यवर्ती चैतन अवयवाकडे जाव्यात आणि तेथून परतून कारक अवयवात उतराव्यात अशी शरीरात व्यवस्था असते. अशा व्यवस्थेने घडणारे वर्तन ते परावर्तन होय. **मध्यवर्ती चैतन व्यूह हा जणू आरसा आहे.** त्यावरून चेतनाकिरण परतत आहेत, अशा कल्पनेने ही शब्दयोजना उत्पन्न झालेली आहे. शरीरात **परावर्तकांचे अनेक मजले** आहेत. कशा हा पहिला मजला. कशेतून होणारे परावर्तन साधे व सोपे असते. तणाव–परावर्तन हे सर्वात साधे परावर्तन; हेच मांसततिक परावर्तन. याने कांकालिक मांसात तरतरी उत्पन्न होते. व्यत्यस्त प्रसारक परावर्तन हे त्याहून थोडे क्लिष्ट असते. मुंगी झटकताना होणारे परावर्तन त्याहून क्लिष्ट असते. ओकारी हे मस्तुकात होणारे परावर्तन आहे. रक्ताभिसरणास लागणारे नियमनरूप परावर्तन बरेच क्लिष्ट असते ते येथे घडते. संस्थमर्म व मस्तिक यातून घडणारे परावर्तन त्याहून क्लिष्ट असते. तोल सावरणे, ठाम उभे राहणे आणि सामान्य अवस्थाने संभाळणे, या गोष्टी मध्यमेंदूतील मर्माच्या द्वारा होणाऱ्या आहेत. त्या आणखी क्लिष्ट आहेत. अंतरिंद्रियांची दखल घेणे ही अत्यंत महत्त्वाची गोष्ट अधरस्थलीत घडून येते. त्याहून अधिक क्लिष्ट क्रिया स्थलीतील आणि कौशल्याच्या क्रिया परिस्थलीतील परावर्तनाने साधतात. यांच्याही वरचा मजला छाल होय. त्यासंबंधी निरूपण पुढील प्रकरणात करू.

प्रकरण ३७

इच्छावर्तन आणि संवर्तन

इच्छावर्तन ही गोष्ट सकृत् दर्शनी अगदी साधी आहे. आपल्या इच्छेने जे वर्तन घडते ते इच्छावर्तन. तथापि सांगोपांग विचार करता आपल्या इच्छेनुरूप वर्तन होण्याला पुष्कळच मर्यादा आहेत, असे कळून येते. पक्षी आकाशात उडतात तसे उडण्याची इच्छा झाली तरी ते घडणे शक्य नसते, तसेच मत्स्यासारखे पाण्यात डुंबून विहरावे म्हटले तरी तेही शक्य नसते. शक्याशक्यतेच्या मर्यादाही आपण अनुभवानेच जाणतो. जन्मत: इच्छा असते की नाही हे आपणाला कळत नाही, कारण आपली पुसट स्मृतीसुद्धा वयाच्या तिसऱ्या वर्षापर्यंत देखील पोचत नाही. तथापि इच्छा नसते असे नाही आणि तिला अनुसरून वर्तन घडत नाही असेही नाही. वर्तनाच्या संभाव्य मर्यादांच्या आत इच्छा असली म्हणजे तसे वर्तन घडते. लहान मूल कुशीला वळते, पालथे वळते, रांगते, उभे राहते, चालते, या गोष्टी सुमारे बारा महिन्यात घडतात. त्याला या गोष्टी कोणी शिकवीत नाही. तशी त्याची इच्छा होते म्हणण्यापेक्षा तशी **उपजत बुद्धीच** असते. वयात आल्यावर मैथुनभावना उत्पन्न होते तीसुद्धा उपजत बुद्धी[1]च असते असे म्हटले पाहिजे. माणसाला लहानपणापासून शिक्षण मिळत असते. त्याचा परिणाम त्याच्या वर्तनावर सतत होत असतो. तरीदेखील पुष्कळ गोष्टी उपजतबुद्धीनेच घडतात याविषयी शंका नाही.   1 Instinct.

माणसाच्या तुलनेने पशुपक्ष्यांना शिक्षण असे फार थोडके असते. तेही ठरावीक असते. अल्पकाळात ते समाप्त होते. नंतर उपजतबुद्धीने तो प्राणी आपले व्यवहार करतो. भोवतालच्या सृष्टिव्यापारापासूनही काही बोध पशुपक्षी घेतात पण तोदेखील ठराविक स्वरूपाचा असतो. म्हणून एका जातीच्या सर्व प्राण्यांचे वर्तन बहुश: एकसारखे असते. त्यांच्या अंत:प्रवृत्ती एकसारख्या असतात. पक्ष्यांच्या बाबतीत दोन गोष्टी मोठ्या चमत्कार स्वरूपाच्या आहेत. कोकिळा कावळ्यांच्या घरट्यात जन्माला येतात. तरी घरटे सोडण्याच्या बेताच्या झाल्यावर त्या कावळ्यांची संगत सोडून कोकिळांच्या संगतीत जातात आणि पुन: अंडी घालण्याच्या सुमारास कावळ्यांच्या घरट्यातच जातात, आणि तेथे अंडी घालून मोकळ्या होतात. चातक परदेशाहून भारतात येऊन बैरागी पक्ष्याच्या घरट्यात अंडी घाल-

तात आणि मोकळे होतात. चार महिन्यांनी ते भारत सोडून जातात. त्या वेळी त्यांची पिलेदेखील बैरागी पक्ष्यांची घरटी सोडून आपल्या जातभाईबरोबर परदेशी जातात. अंडी घालण्यास देशांतरास जाणारे पक्षी पुष्कळ आहेत त्यांची पिले बालवयातच मार्गदर्शनावाचून देशांतरास गेल्याविना रहात नाहीत. हे वर्तन **उपजत बुद्धीचेच** म्हणावे लागते.

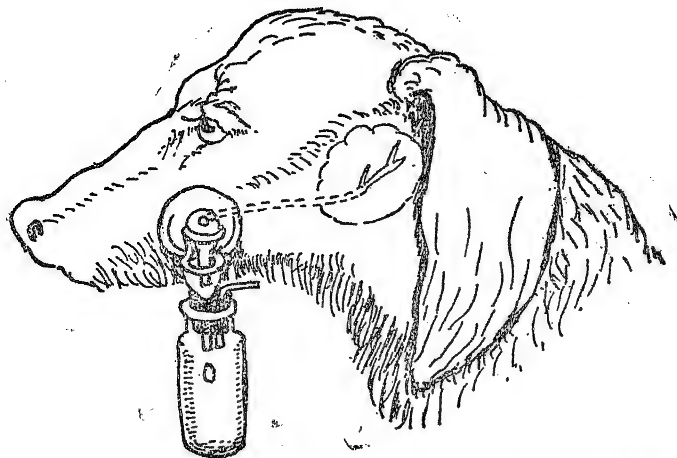
आता शिक्षण आणि उपजतबुद्धी यांचा काय संबंध आहे ते पाहिले पाहिजे. शिक्षण म्हणजे दुसऱ्याने सांगितलेली गोष्ट करीत राहणे असे एकपरी म्हणता येईल. ही गोष्ट सांगणारा कोणी माणूस असला म्हणजे त्याला आपण गुरु म्हणतो. पण गुरु-वाचूनही शिक्षण होऊ शकते. दुसऱ्याचे पाहून आपण काही गोष्टी करू लागतो. त्या आपल्या अंगवळणी पडतात. हेदेखील शिक्षणच झाले. दुसऱ्याचे ऐकले किंवा पाहिले की आपल्याला अनुकरणाची स्फूर्ती येते. तिने आपण हालचाल करतो. ती पुनः पुनः केल्याने पक्की होते आणि मग विशेष प्रयास न पडता ती घडू लागते. प्रथम आपण उठून बसणे चालणे इत्यादी सामान्य क्रियांचीच गोष्ट घेऊ या. या गोष्टी बाळपणी आपण अंतःप्रवृत्तीने करतो म्हणा किंवा दुसऱ्याचे पाहून करतो म्हणा. त्या करताना **इच्छेची प्रेरणा** असते. शिशुपणी किंवा बालपणी आपल्या इच्छेची प्रेरणा कोठवर आपण चालवतो ते निश्चयाने सांगता येणार नाही. पण प्रौढपणी या गोष्टी करताना आरंभीच केवळ त्या करण्याची प्रेरणा इच्छेने मिळालेली असते, बहुशः या क्रिया आपोआपच घडतात, त्या परावर्तनरूप असतात यात शंका नाही.

चालावे अशी आपल्याला इच्छा होते तेव्हा चालण्याकरता कोणकोणत्या स्नायूंचा उपयोग कसा किती कोणत्या क्रमाने करावयाचा या तपशीलाच्या गोष्टी आपल्याला मुळीच माहीत नसतात. तरी त्या यथायोग्यपणे केल्या जातात, इतकेच नव्हे तर त्याकरता काही स्नायूत चेतनांचा प्रतिबंध मोजका नेमक्या वेळी करावयाचा असतो, तोही तसा केला जातो. सुयोजना ज्यात उत्तम तऱ्हेने साधलेली आहे असे हे परावर्तन मेंदूत नियंत्रित झालेले असते. यात चेतनांचा परिवाह असतो आणि त्यास प्रतिबंधही असतो. साधे चालणे आपण अल्प वयातच शिकतो पण प्रौढ वयात आपण दुसऱ्या अनेक गोष्टी शिकतो. कसरतीच्या गोष्टी, कलाकौशल्याच्या गोष्टी या आपण प्रयत्नाने शिकतो. त्या अवगत होतात आणि अभ्यासाने त्या तशा रक्षण कराव्या लागतात. अभ्यास सुटला की विसरतात. अनभ्यासाचा अवधी असेल त्या मानाने त्यांचा विसर होत जातो. या बाबतीत व्यक्तिशः भेद पुष्कळ असतात. कोणी थोड्या अनभ्यासाने विसरेल, कोणी मोठ्या

अनभ्यासाने विसरेल, पण दुसरेही भेद आहेत. ती क्रिया कोणत्या उपयोगी आहे यावरही तिचा टिकाऊपणा अवलंबून आहे. शिवण्याची किंवा विणण्याची क्रिया विसरते, तशी पोहण्याची क्रिया विसरत नाही; किंबहुना ती कधीच विसरत नाही. ती **संरक्षण-क्रिया** आहे. त्यात गुंतलेली परावर्तने रक्षणकारी आहेत. त्यांचे **सुयोजन चिरस्थायी** असते. ती उत्पन्न करणाऱ्या चेतना इतरांपेक्षा प्रबल असतात.

बसण्या-चालण्यासंबंधातील परावर्तने चिरस्थायी असतात तर उपजत बुद्धीतील परावर्तने सुचिरस्थायी असतात; ती पुढल्या पिढीतही उतरतात. अर्थात यावरूनच,असेही कळून येते की, ती कोणत्या तरी पूर्वीच्या पिढीत शिकून तयार केलेली असली पाहिजेत. पुनः कोकिळेचेच उदाहरण घेऊ. फार फार पूर्वीच्या एकाद्या पिढीत असे घडले असले पाहिजे की कोकिळेला अंडी घालण्याच्या समयास आयतेच कावळ्याचे घरटे रिकामे सापडले. तेथे तिने आपली अंडी टाकली. कावळीची अंडी अगोदर तेथे होती. कावळीने ती सर्व अंडी सांभाळली. कोकिळेला काहीच काम पडले नाही. नंतर हीच सवय जन्मांतरात स्थिर झाली. या गोष्टीला अर्थात पुरावा नाही. हा केवळ तर्क आहे. जैव शास्त्रात हे अद्याप एक कोडेच आहे. तथापि हा तर्क सुप्रतिष्ठ आहे असे मानावे लागते. जीव आणि जीववर्तन यांचा क्रम लक्षात घेता ही गोष्ट संभवनीय ठरते. मानवाचा विचार करता दिसून येते की काही परावर्तन स्वयंसिद्ध असते; आणि काही शिकून सिद्ध करावे लागते. तोंडात अन्न पडले की लाळ सुटणे हे **सहज वर्तन** आहे पण पाण्यात पडल्यावर पोहणे, हे शिकावे लागते. ते **संपादित वर्तन** आहे. या दोनही वर्तनांचा बहुतांश परावर्तनरूपच असतो, किंबहुना पहिले वर्तन तर निवळ परावर्तनच असते ते सहज[1] असते. दुसरे मात्र संपादित[2] असते ते बहुतांशी परावर्तन असते. सवयीने ते दृढमूल होते. 1 Inborn. 2 Acquired.

जन्मसिद्ध म्हणजेच सहज परावर्तनांपैकी त्वचापरावर्तने आणि स्नायुपरावर्तने यापेक्षा कोष्ठांगपरावर्तने विशेष महत्वाची आहेत. त्यांपैकी सर्वात साधे परावर्तन म्हणजे अम्लस्पर्शाने (अम्लस्पर्शाने देखील) लाळ सुटणे हे आहे. लाळ सुटावी अशी इच्छा केल्याने काही ती सुटत नाही. तथापि चिंच पुढे आल्याने ती सुटते. सुग्रास अन्नाच्या वासाने किंवा दर्शनाने असा थोडासा परिणाम होतो. याला **संयुक्त परावर्तन** किंवा **संवर्तन** असे नाव दिले आहे. अन्नाच्या स्पर्शाने लाळ सुटणे हे पक्के घटलेले जन्मसिद्ध (सहज) परावर्तन आहे. त्याला अन्नदर्शनाची जोड दिल्याने सहज चेतक अन्नस्पर्शाच्या अभावी देखील परावर्तन घडणे हे संवर्तन आहे. हा संवर्तनपरिणाम अल्पांशाने अन्नदर्शनाच्या अभावी देखील अन्नाच्या



आ० ३७·१ कुत्र्याचे लालास्रावमापन. लालास्रोत वळवून बाहेर सोडला आहे. लालास्राव बाटलीत साठत आहे.

उल्लेखाने म्हणजे अन्नविषयक गोष्टी ऐकल्याने देखील घडतो. तोंडाला पाणी सुटणे हे त्या गोष्टीचे प्राकृत वर्णन आहे. येथे संयुक्त चेतक अन्नदर्शन किंवा अन्नशब्द-श्रवण हा आहे. परंतु त्याऐवजी अन्नसेवनाच्या वेळी होणारी एखादी ठळक गोष्ट हीसुद्धा संयुक्त चेतक होऊ शकते. उदाहरणार्थ जेवणाच्या आरंभी 'हरहर महादेव' असा एकादा नेमाने होणारा गजर.

प्रस्तुत प्रसंगी अन्नस्पर्श हा सहज–चेतक[१] असून अन्नसूचक शब्दश्रवण हा संयुक्त चेतक असतो. प्रथम संयुक्त–चेतक[२] लागू होऊन मग सहज-चेतक लागू होतो ही नेहमी घडणारी गोष्ट आहे. असे वारंवार घडत गेल्यानंतर जर सहज चेतक काही वेळा लावला गेलाच नाही तरी लालास्रवण घडते ते संवर्तन होय. संवर्तन प्रस्थापित झाल्यानंतर मधून मधून सहज चेतक लुप्त असला तरी संवर्तन चालू राहते. परंतु सहज-चेतक जर कायम लोपविला तर काही आवर्तनानंतर संवर्तनही लोपून जाते. एकाच वेळी दोनही चेतक लागू असताना मस्तकाच्या छालीत दोनहींच्या केंद्रामधे तात्पुरता दुवा जमलेला असतो. त्याला काही वेळा दुजोरा[३] न मिळाला तरी परावर्तन घडते तेच संवर्तन. पण असा **दुजोरा** जर मधून मधून तरी **न मिळेल तर जमलेला दुवा निखळून जातो**. परावर्तन घडत नाही. संवर्तन नाहीसे होते. येथे हेही लक्षात ठेवले पाहिजे की शब्दश्रवण अन्नसूचक

असावयाचे तर त्या दोहोंचा संबंध अगोदर असला पाहिजे. तसा अनुभव नसेल तर हे वर्तन घडणार नाही. हरहर महादेव हा शब्दप्रयोग भोजनापूर्वी होतो हे अनुभवलेले असले तरच भोजनाभावीही काही वेळा भोजनाची भावना होऊन लालास्रवण होईल तसे नसले तर होणार नाही.

1 Inconditioned stimulus. 2 Conditioned stimulus. 3 Reinforcement. बलाधान.

हरहर महादेव ही जेवणाची सूचना आहे असे ज्याला माहीत नाही त्याने हे शब्द ऐकले तर तो ते कोठून आले ते शोधून काढण्याचा प्रयत्न करील एवढा काय तो त्या शब्दांचा परिणाम त्याच्या मनावर होईल. दुसरा काही अर्थ अवगत असेल तर त्याला अनुसरून काही वर्तन घडेल. कोणते वर्तन घडेल हे त्याची जोड कोणत्या सहज परावर्तनाला दिली आहे या गोष्टीवर अवलंबून आहे. कोणताच अर्थ आगाऊ दिला गेला नसला तर ते परावर्तन केवळ **दिशाबोधक**[1] होते. हरहर महादेव ही सैन्याच्या प्रयाणाचीही आरोळी असणे शक्य आहे. ती तशी अंगवळणी पडलेली असली म्हणजे वर्तन तदनुसार घडते. सूचकगुण[2] अगोदरच्या वर्तनाने ठरलेला असतो. कानावर पडणारे शब्द भोजनसूचक नाहीत किंवा सैन्यप्रयाण-सूचकही नाहीत असा जर पूर्वानुभव असेल तर त्या शब्दांचा काहीच कारक परिणाम होत नाही. त्याचा दिशाबोधक व शोधक परिणामही नाहीसा होतो. तिकडे दुर्लक्ष होते. मेंदूमध्ये त्या चेतनांना कोणत्याही **कारकमार्गे जाण्याला प्रतिबंध** होतो. कुत्र्यामधे दिग्शोधक परावर्तन सहज उत्पन्न होऊ शकते. मेंदूशी त्याचा संबंध तुटला तरी ते नाहीसे होत नाही. माणसात त्याची विफलता पटल्याचे, त्यातील चेतना प्रतिबद्ध होऊन ते नाहीसे होते.

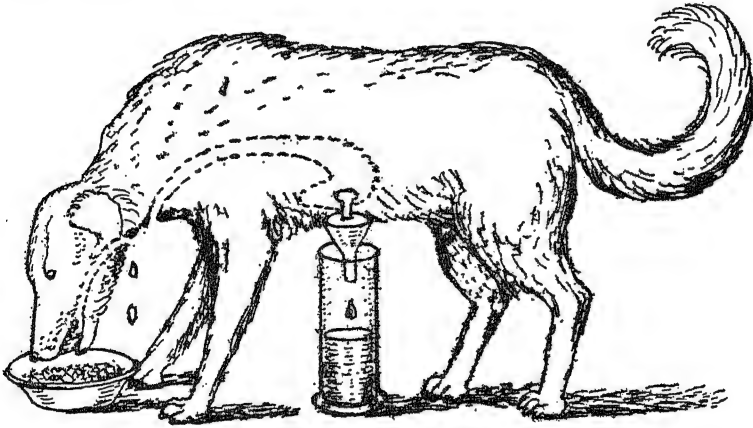
1 Orienting reflex. 2 Signalling property.

संवर्तनाने लालास्राव होतो इतकेच नव्हे तर जठरातही पाचकरसांचा स्राव होतो. असे स्राव चालू असता अन्य कारणाने दुःखसंवेदना उद्भवल्या, उदाहरणार्थ त्वचेला मुंगी चावली किंवा चटका बसला तर लगोलग स्राव थांबतो. तो उत्पन्न करणाऱ्या चेतनांचा प्रतिबंध होतो. हा प्रतिबंध संवर्तनातच होतो असे नव्हे तर सहज परावर्तनातील स्रवणातही होतो. असा सामान्य नियमच समजावा की, एक सुरळीत क्रिया चालू असता दुःखसंवेदना उद्भवल्या तर त्या सुरळीत क्रियांच्या चेतनांना प्रतिबंध होतो. **दुःखाच्या तीव्रतेनुसार** हा **प्रतिबंध** तीव्र स्वरूपाचा होतो.

अपकारक पदार्थ पोटात गेला असता ओकारी व्हावी हे सहज परावर्तन आहे. अशी ओकारी होत असताना ओकारी धरण्याकरता घेतलेले भांडे किंवा त्या

प्रसंगी जवळपास असणाऱ्या एखाद्या पदार्थाचा संबंध मनात दृढ झाला तर ओकारीचे सहज कारण नसताना देखील मळमळ आणि ओकारी देखील होते, हे संवर्तन होय. मानसिक विरोधी प्रयत्नाने ते दाबून टाकता येते. पण चेतना त्या दिशेने वाहू लागतात, हीच गोष्ट येथे ध्यानात ठेवण्यासारखी आहे. भल्या-बुऱ्या **चेतकांच्या साहचर्याने** आवांतर पदार्थ किंवा घटना यांनाही **भलेबुरेपण** तात्पुरतें का होईना पण येत असते, ही गोष्ट अशा प्रसंगांनी सिद्ध होते.

रुग्णालयात केव्हा केव्हा असे रुग्ण येतात की त्यांच्या आतड्यात स्रवणाऱ्या प्रपाचक रसात त्वचेबाहेर येण्यास वाट तयार झालेली असते. अशा रुग्णाच्या समोर त्याच्या भोजनाचे पदार्थ आणून ठेवले पण भोजन करण्यास मात्र विलंब होऊ दिला तर २।३ मिनिटांनी भोजन न करता सुद्धा प्रपाचकरस बाहेर येताना दिसून येतो. साक्षात् अन्नाच्या जठराशी होणाऱ्या संपर्काने जे परावर्तन प्रपाचक प्रपिंडावर व्हावे तेच तदभावी नुसत्या दर्शनाने होणे हेच संवर्तन होय. अशा



आ० ३७·२ कुत्र्याचे मिथ्या भोजन. तोंडातून मानेत आणि मानेतून बाहेर त्याचप्रमाणे बाहेरून मानेवाटे जठरात वाटा केल्या आहेत. अन्न तोंडातून बाहेर पडत आहे. जठरातून उदरतटाबाहेर परस्पर वाट पाडलेली आहे तिच्यावाटे जठरस्रुत बाहेर भांड्यात पडत आहे.

प्रसंगी अन्नाचे पदार्थही प्रत्यक्ष न आणता नुसते भोजनाविषयी संभाषण चालू केले तरी सुद्धा प्रपाचकस्राव निघतो असेसुद्धा आढळून येते. रुग्णालयातील

रुग्णाच्या आतड्यातून त्वचेबाहेर वाट पाडण्याचे प्रसंग येतात तसे जठरातून बाहेर वाट पाडण्याचेही प्रसंग येतात. अशाप्रसंगी भोजनाच्या गोष्टी केल्याने किंवा भोजनाचे ताट पुढे मांडून ठेवण्याने प्रत्यक्ष भोजन न करताच जठरातून पाचक स्राव निघतो असे दिसून येते. ही रुग्ण माणसाची गोष्ट झाली. पण अरुग्ण कुत्र्यावर गिळणीतून अन्न बाहेर पडावे अशा करता वाट पाडता येते आणि जठर व अंत्र यातून स्राव बाहेर पडण्याच्या वाटा पाडण्यात येतात. कुत्र्याने मांस खावे ते त्याच्या गिळणीतून बाहेर पडावे आणि निवळ स्रावच जठरातून व अंत्रातून निघावा असे केले असता अन्नस्पर्शाविचून जठर व अंत्र यातून **परावर्तनाने स्राव** निघालेले दिसतात.

मूत्राच्या उत्पत्तीसंबंधी कुत्र्याच्या बाबतीत संवर्तन आढळून येते ते असे. पाणी पिण्यानंतर थोड्याच वेळात मूत्रोत्पत्ती वाढावी हे सहज आहे. आता दर वेळी पाणी पिण्याच्या वेळी जर तुतारी वाजविली तर अशा पुष्कळ आवृत्यानंतर पाणी न देताच तुतारी वाजवली तरी मूत्रोत्पत्तीची वाढ होते असे आढळते. मूत्रोत्सर्गासंबंधी एका आतुरावर केलेल्या प्रयोगावरून तद्विषयक संवर्तन समजून येते ते असे. आतुराच्या मूत्राशयात एका नळीवाटे पाणी भरण्याची व्यवस्था आणि तेथील द्रवाचा दाब मोजण्याची व्यवस्था केली. दाब मोजण्याचे साधन आतुराच्या समोर ठेवले. त्याला त्यावरून ते माप समजून येई. विशिष्ट दाब आल्यावर मूत्रोत्सर्गाची प्रेरणा होई. असे वारंवार झाल्यावर एकदा आतुराच्या मूत्राशयात पाणी न भरता त्याच्या न कळत ते दुसरीकडे भरून त्याच्या देखत दाब नेहमीप्रमाणे चढू दिला तेव्हाही त्याला वास्तविक मूत्राशयात दाब न वाढताच मूत्रोत्सर्गाची प्रेरणा झाली हे संवर्तन होय. मलमूत्रविसर्गाच्या जागेसंबंधी मानवीसमाजामध्ये काही विशेष संकेत असतात. त्यामुळे या **क्रियांची विशिष्ट परिस्थितीशी सांगड** घातलेली असते तशी ती **नसेल तर त्या क्रिया घडण्यास अडचण पडू लागते.** मलमूत्र असतानाही योग्य जागा नसेल तर आलेला आवेग खुला न होता आवरून धरला जातो. याच्या उलट योग्य जागा अगदी उत्तम म्हणजे त्या त्या कृत्याला सुयोग्य असली म्हणजे मलमूत्र नसताना देखील उत्सर्जनाचा आवेग येतो. मूत्र नसते असे सहसा घडत नाही. थोडेसे असते, तेवढ्याचाच उत्सर्ग होतो. ही संवर्तनाचीच उदाहरणे होत. येथे उत्सर्ग न घडला तरी ती शारीर-क्रिया घडते. उत्सर्ग करण्याचा पदार्थ नसला तर तो घडत नाही, इतकेच.

दुग्धस्रावाच्या बाबतीत संवर्तन आढळून येते. गवळीवाड्यातल्या विशेष दुधाळ गायी वासराच्या स्पर्शाविचून दूध देतात. स्वाभाविक किंवा सहज चेतक

म्हणजे वासराने अचळाला केलेला स्पर्श होय. या स्पर्शाचे अनुकरण गवळी करतो. शिवाय आंबोण हे विलोभन पुढे ठेवलेलेच असते. या गोष्टींना पूर्वी सांगितल्याप्रमाणे सहज चेतकाचा दुजोरा न देताच अस्वाभाविक चेतक प्रभावी ठरतो. व्याख्येप्रमाणे हे नेमके परावर्तन होत नाही हे खरे, पण परिणामतः हे तसेच असते. पुष्कळ वेळा वासराच्या चोखण्याबरोबर आंबोण आणि मग नुसतेच आंबोण असे असते, तर ते व्याख्येप्रमाणे संवर्तन झाले असते. तथापि येथेही स्वाभाविक चेतकाच्या ऐवजी अस्वाभाविक चेतक वर्तन घडवू शकतो, ही गोष्ट घडतेच. यास संवर्तन म्हणावयाचे नसल्यास **अनुवर्तन** म्हणावे.

मानवी जीवनात संवर्तन जमून येणे आणि ते सुटून जाणे या गोष्टी वरचेवर घडत असतात. त्यांसंबंधी उपपत्ती अशी : संवर्तन संस्कार मस्तकाच्या छालीत घडतो. छाल निकामी झाली असता संवर्तन घडत नाही. छालरहित पशूवर हा संस्कार घडत नाही. छालचित्तिका परस्पर संबद्ध असतात. छालीतील काही चित्तिकात अंतर्मुख चेतन्यातून चेतना येतात आणि काही चित्तिकातून बहिर्मुख मार्गात चेतना जातात. या दोन प्रकारचे अनेक संच असून ते तृतीय प्रकारच्या चित्तिकांनी एकमेकाशी जुळलेले असतात. परावर्तनकंसांचा समावेश यातच असतो. अंतर्मुख चेतनांचे, स्पर्श रस रूप गंध ध्वनि असे, प्रमुख पाच प्रकार आहेत. त्या प्रत्येक प्रकारात स्थानपरत्वेही अनेक संच असतात. हे सर्व ज्ञापक[1] संच होत. कारक[2] संच ते बहिर्मुख संच होत. त्यात स्रावक[3] व चालक[4] असे प्रकार असतात. कारक चित्तिकांचे इंद्रियावयवपरत्वेही संच असतात. छालीतील ज्ञापक व कारक संचांची एकेक जोडी जमवणाऱ्या मध्यस्थ चित्तिकांचे पुष्कळच संच संभवतात. छालीतील ज्ञापक व कारक चित्तिकांच्या संचांना तत्कार्यावरून वेगवेगळे केंद्र[5] म्हणतात. हीच मर्मे होत. छालीत **ज्ञापक-कारक योग** घडवून आणणे म्हणजे **संवर्तनाची स्थापना** करणे होय.

1 Receptor. 2 Effector. 3 Secretory. 4 motor. 5 Centres.

संवर्तन हे जोड परावर्तन असते. एक सहज परावर्तन असते. त्यास प्रासंगिक जोड दुसऱ्या परावर्तनाची द्यावयाची असते. ज्या परावर्तनाची जोड द्यावयाची त्याचा अंतर्मुख मार्ग चालू असतानाच मुख्य सहज परावर्तनाचा अंतर्मुख मार्ग चालू केला म्हणजे त्याचा कारक मार्गाशी अगोदरच संबंध प्रस्थापित असल्यामुळे त्याचा केंद्र चेतनावंत होतो. प्रथम अर्थात् अंतर्मुख चेतना ज्ञापक केंद्रात पोचतात. तेथून त्या कारक केंद्रात पोचतात. प्रासंगिक अंतर्मुख केंद्र

चेतनावंत केलेला असला म्हणजे तेथून चेतनापरिवाह होऊन सहज परावर्तनातील कारककेंद्रास मिळतो. तेथून करणेंद्रियापर्यंतचा मार्ग घटलेलाच असतो. त्यामागे चेतना परावृत्त होतात. अशा रीतीने संवर्तन जुळविले जाते. सामान्यतः असा एक नियमच आहे की, **एका केंद्रास चेतना मिळाली की तेथून तिचा परिवाह त्याच काली चेतनावंत असलेल्या अन्य केंद्रास मिळतो.** मुठी वळल्याने जानुझक्कार बळावतो. कोणतेही मोठ्या कष्टाचे काम करणे असेल तेंव्हा आपण त्या कामी उपयोगी पडणाऱ्या मांसपेशीबरोबर इतरांनाही, ओठ दाबून, मुठी वळून, आणखीही काही स्नायू टणक करून, दुजोरा मिळवून देतो. तशीच गोष्ट येथेही घडते. एक परावर्तन-मार्ग पुरा असतो. त्याच्या शेवटच्या भागास नवा मार्ग जुळवला जातो.

संवर्तनाची स्थापना होण्याकरता दोन अंतर्मुख मार्ग एकाच वेळी चालू असून त्या दोहोंपैकी एकाचा परावर्तनमार्ग घटलेला असला पाहिजे, हे ध्यानात आलेच असेल. संवर्तनाची अशी स्थापना झाल्यानंतर असहज अशा प्रासंगिक अंतर्मुख मार्गातल्या चेतना सहजाच्या समकालीन साहाय्यावाचून कारक मार्गात वळणे म्हणजे खरे संवर्तन घडणे होय. असे घडते हा अनुभव येतोच. असे संवर्तन किती टिकाऊ असते, याविषयी निरनिराळे अनुभव येतात. परंतु काही काळपर्यंत तरी ते टिकणे म्हणजेच संवर्तन, नाही तर नाही. स्वाभाविक (सहज) अंतर्मुख मार्गात चेतना चालू नसताना त्याच्या बहिर्मुख मार्गाने मात्र त्या चालू होतात. अर्थात् त्या प्रासंगिक चालू केलेल्या अंतर्मुख मार्गातून येतात हे उघडच आहे. प्रासंगिक परावर्तन-कंसाच्या पहिल्या भागातून स्वाभाविकाच्या शेवटच्या भागापर्यंत चेतना-मार्ग स्थापनाच्या वेळी चालू केला होता त्याचा मागोवा तोपर्यंत टिकून राहिला होता, असेच यावरून दिसून येते. आपणास निरनिराळ्या गोष्टींची स्मृती राहते तेव्हा असेच घडत असते. मस्तकछालीवर घडलेले **संस्कार** काही वेळा **टिकून राहतात**, यात शंका नाही. तसेच या प्रसंगीही घडत असले पाहिजे.

प्रासंगिक चेतावणीस स्वाभाविक परावर्तनाचा दुजोरा मधून मधून मिळत गेला नाही तर ते संवर्तन टिकत नाही. कमी अधिक काळ लोटल्यावर ते पुसटून जाते. ही गोष्ट **स्मृती** टिकण्या न टिकण्यासारखीच आहे. ज्या वस्तूची स्मृती राहावयाची तिची दर्शन किंवा श्रवण इ. रीतींनी उजळणी झाल्याखेरीज ती टिकत नाही. तथापि पुनरावृत्ती हे एकच टिकाऊपणाचे कारण आहे असे नाही. काही गोष्टींची पुनरावृत्ती मुळीच न होतादेखील त्यांची स्मृती चिरकाल टिकते. अशा गोष्टी मानवी आयुष्यात काही थोड्या थोडक्याच घडतात. काही प्रसंगाचे

ठसे इतके ठळकपणे मस्तकछालीवर उमटलेले असतात की ते कधीच पुसटत नाही. असे प्रसंग थोडेच असतात आणि त्याची पुनरावृत्ती होण्याची शक्यताच नसते. आपल्या आयुष्यात घडणारे आनंदाचे किंवा दुःखाचे काही उत्कट प्रसंग असे असतात. संवर्तनाची गोष्ट तशीच आहे. काही परावर्तने अन्नासंबंधी आहेत, काही शरीररक्षणासंबंधी आहेत. मुंगी चावल्याने अंग आखडणे हे **संरक्षणविषयक** आहे. असल्या **स्वाभाविक परावर्तनाशी प्रासंगिक चेतना जोडून दिल्याने जी संवर्तने घडतात ती इतरापेक्षा अधिक टिकाऊ असतात**. ती स्थापन होण्यासही विशेष पुनरावृत्तीची गरज नसते. चार दोन आवृत्त्या देखील ती संवर्तने जमण्यास पुरे पडतात. यातील मूळ स्वाभाविक परावर्तने विशेष दृढ असतात हे त्या टिकाऊ-पणाचे समर्पक कारण आहे.

स्वाभाविकपणे जे संवर्तन घडते ते जीवितव्यापाराच्या दृष्टीने महत्त्वाचे आहे. याविषयी सर्वात साधे उदाहरण म्हणजे प्राशनीपरावर्तनांचे आहे. अन्न-स्पर्शाने लाळ सुटणे हे सहज परावर्तनाने अन्नदर्शनाने, अन्नगंधाने किंवा अन्ननाम-श्रवणाने लाळ सुटणे हे संवर्तन होय. संवर्तनाने, पाचकस्राव आगाऊ तयार असणे हे अन्नपचनास विशेष अनुकूल आहे. हीच गोष्ट जठर व अंत्र यांच्या संबंधीही लागू असते. प्राशनी-परावर्तनांच्या बाबतीत सहज चेतक व प्रासंगिक चेतक यांचे संबंध उलटसुलट होऊ शकतात. काही मुलांना दूध पाजण्याकरता आई मांडीवर घेते. तेव्हा मांडीचा स्पर्श हा प्रासंगिक चेतक आणि दूध हे सहज चेतक अशी जोडी असते. नंतर मांडीवर पडल्यावाचून मूल दूध घेत नाही. तेव्हा दूध हा प्रासंगिक चेतक आणि मांडीचा स्पर्श हा सहजचेतक असे नाते जमलेले आढळते. दूध पिण्यासंबंधी मस्तकछालकेंद्र आणि मांडीस्पर्शकेंद्र यांच्यात **चेतनाविनिमय** उभयपक्षी होतो. मानवी व्यवहारातील पुष्कळ **सवयींची उपपत्ती** अशा रीतीने अन्योन्य संवर्तनतत्त्वावरून लागू शकते.

अन्योन्य संवर्तनाचे चांगले ठळक उदाहरण भुकेच्या वेदनांचे आहे. भूक लागली म्हणजे जठराचे मांस जणू आत अन्न आहेच अशासारखे आळोखे पिळोखे देऊ लागते. **अन्नाच्या स्पर्शाने जे नेहमी व्हावयाचे ते अन्न नसताना होऊ लागते.** कारण अन्न जठरात नसले तरी भुकेच्या समयी असावी तशी रक्ताची स्थिती त्यावेळी असते. भूक असतानाच भोजन करावे ही स्वाभाविक योजना असते. भूक आहे पण भोजन केले नाही अशा वेळी ती चालू होते. अन्न हे भोजन-केंद्रास चेतना देणारे स्वाभाविक कारण आणि रक्तादिकांची बुभुक्षाकालची स्थिती हे दुसरे कारण. यांपैकी कोणत्याही एका कारणाने भोजनकेंद्रास चेतना मिळते

असे येथे घडून येते. दोन आयातचेतनामार्ग एकमेकास दोन केंद्रस्थानांनी जोडलेले असतात. त्यांची एकमेकात **चेतनांची देवघेव** होऊ शकते, असा या गोष्टीवरून निष्कर्ष निघतो. जठरचालक चेतनामार्ग हा निर्यातमार्ग असून जठरातून व रक्त-वाहिन्यातून अंतर्मुख चेतना वाहणारे मार्ग हे आयातमार्ग, असा व्यूह येथे कार्यरत असून दोन आयातमार्गाच्या मेंदूतील केंद्रात चेतनांची देवघेव होत असते, असा इंद्रियव्यापार चालतो.

प्राशनी संवर्तन चालू असताना एकादा निराळा चेतक लागू केला तर त्या वर्तनात काय फरक घडून येतो ते पाहण्यासारखे आहे. भोजनप्रसंगी जर एकादी भयाची सूचना आली, समजा शत्रूची आरोळी ऐकू आली, तर पाचकरसाच्या स्रवणांची क्रिया भयाच्या तीव्रतेनुसार कमी होते. मोठ्या भयाने थांबते देखील. चेतक अगदी सामान्य असला, समजा सामान्य व्यवहाराची बातमी ऐकली तर स्रवणात काहीही कमतरता उत्पन्न होत नाही. चेतक विशेष सुखद असला, उदाहरणार्थ एकादे गोड गाणे कानी आले, तर स्रवण सुधारण्याचाही संभव असतो. उलट एकादा कर्कश आवाज ऐकू आला तर स्रवण कमी पडते. चेतक अतिरेकी असला, उदाहरणार्थ दीर्घकालपर्यंत तेच तेच गाणे कानावर पडत गेले, तर स्रवणात कमी-पणाच येतो. चेतक तातडीचा असला, उदाहरणार्थ मूत्रावेग आला, तर स्रवण तेवढ्या वेळापुरते थांबतेच. असे भिन्न भिन्न परिणाम घडून येतात. **सुखद चेतक सोडून, बाकीच्या सर्व चेतकांच्या बाबतीत परिणामी चेतनाप्रतिबंध उत्पन्न होतो**, असेच आढळून येते. हा प्रतिबंध चेतकांच्या तीव्रतेनुसार कमीअधिक असतो.

माणसाचे जे वर्तन सतत घडत असते त्यात इच्छानुवर्तन असतेच पण त्याहून अधिक परावर्तन अर्थात् संवर्तनही घडत असते. संवर्तनात एका परावर्त-नांतर्गत चेतकास दुसऱ्या चेतकाची जोड दिलेली असते. या चेतकास आणखी तिसऱ्याची आणि चवथ्याची जोड असणे काही असंभवनीय नाही. नीटपणे कोण-तेही काम करावयाचे असल्यास आपण **बहुविध आणि बहुत चेतकांची जोड** होता होईतो टाळतो. जितके चेतक अधिक तितका अंतिम कार्यात घोटाळा होण्याचा संभव अधिक असतो. एका चेतकाचा दुजोरा दुसऱ्यास असण्याचा संभव असतो, नाही असे नाही. परंतु तशी जुळवणी आपणास मुद्दाम करून घ्यावी लागते. आपण घर बांधतो तेव्हा निरनिराळ्या खोल्या निरनिराळ्या कामाकरता बांधतो. तेथे साहित्यसंभार त्या त्या कार्यास अनुकूल असाच रचून घेतो. असे न केल्यास प्रत्येक कार्यात घोटाळा होण्याचा संभव असतो. संवर्तनासंबंधी नियम शोधून काढण्याकरता एकाद्या स्वतंत्र खोलीची आवश्यकता असते. त्या ठिकाणी ज्या

चेतकाचे परिणाम पाहावयाचे ते नीटपणे मोजमापासहित लावता आले पाहिजेत आणि काढून घेताही आले पाहिजेत. प्रयोग मानवी प्राण्यावरच करावयाचे ठरविल्यास त्याच्या इच्छावर्तनाचा बराच मोठा अंश एकंदर वर्तनात असावयाचा, म्हणून प्रयोगार्थ बहुधा कुत्र्याची निवड करतात. खोली संपूर्णपणे बंद ठेवून आत त्याच्या जीवनास अवश्य ते सर्व जागच्या जागी पुरविण्याची व्यवस्था करून अवलोकन करणाराने बाहेर राहूनच सर्व काही करावे अशी व्यवस्था करतात.

कुत्र्यावर प्रयोग करताना लालास्राव करणारेच चेतक प्राथमिक म्हणून बहुधा निवडले जातात. लाळेचा थेंब नि थेंब मोजण्याची व्यवस्था असते. विजेच्या योगाने कोठे टोचणी करणे किंवा लहान मोठा धक्का देणे, या गोष्टींची सोय करून ठेवतात. एकादा दिवा लावण्याची सोय आणि नेमका आवाज काढण्याची सोय केलेली असते. कुत्र्याला उभा निश्चल ठेवण्याची व्यवस्था असून, त्याला विशिष्ट अवयव हलवता येण्याची मोकळीक ठेवणे असल्यास तशीही व्यवस्था असते. एका प्रयोगात एका ठिकाणी विजेचा धक्का देण्याची व्यवस्था केली असून तेथेच हलकीशी थोपणीही ठेवलेली होती. प्रथम धक्क्याचा उपयोग करून पाहता त्याने कुत्रा पाय जरा उचली असे आढळले. नंतर नुसत्या थोपणीचा उपयोग करून पाहता तो पाय जरा हालवी पण उचलीत नसे. मग थोपणीचा उपयोग अगोदर आणि त्या मागोमाग धक्क्याचा उपयोग केला तेव्हा तो पाय उचलला जाई. नंतर नुसत्या थोपणीनेही तो पाय उचलला जाई. येथे संवर्तन लागू झालेले कळून आले. यानंतर मांडी पाठ व मान या तीन ठिकाणी थोपणी लावून त्यापैकी ती मांडीवर लावतानाच केवळ विजेने धक्का द्यावयाचा इतर ठिकाणी तसा धक्का द्यावयाचा नाही असे केले, तेव्हा प्रथमतः कुत्रा सर्वदा पाय उचली पण नंतर तो केवळ मांडीवर थोपणी लावली असताच पाय उचली, इतर ठिकाणी तसे करीत नसे. या प्रसंगी **तीन ठिकाणच्या थोपणीतला फरक संवर्तनात** स्पष्ट झाला. इतर दोन ठिकाणच्या चेतना छालीत इतरत्र पसरण्याला प्रतिबंध झाला.

दुसऱ्या एका प्रयोगात मिनिटात ६० टक् वाजवता वाजवता कुत्र्याला खाद्य द्यायचे आणि मिनिटात १०० टक् वाजवताना खाद्य द्यावयाचे नाही असे वरचेवर केले असता कुत्र्यास खाणे न देतासुद्धा ६० टक् वाजताना तोंडात लाळ येऊ लागली पण १०० टक् वाजताना येत नसे. नंतर निराळ्या प्रयोगात ६० च्या ऐवजी ७०,८०,९० टक् वाजवले असताना कुत्र्याला त्यातला फरक जाणवतो असे लाळ सुटण्यावरून कळून आले. परंतु काही दिवसांनी संवर्तन लुप्त झाल्यावर पुनः ते नव्या प्रयोगाने ९० टक् होण्यावर बसविले असता १०० टक् ऐकल्यानेही लाळ

सुटावी असे होऊ लागले. याचा अर्थ असा की १० च्या टप्प्यातला भेद कळू लागण्यास संवर्तन बसवावयाचे ते एकदम १० च्या टप्प्यात बसू शकत नाही. प्रथम मोठा टप्पा धरला पाहिजे. प्रथम ६० ते १०० अशी जोडी वापरावी मग ७०,१०० मग ८०, १०० असे करता करता ९०,१०० आणून इष्ट परिणाम होऊ शकतो. अल्पमानाने भिन्न असलेले चेतक ओळखू येण्याला म्हणा किंवा अल्पभेदात निवड (निर्वरण[1]) करता येण्यास म्हणा, क्रमाने प्रयोग केले पाहिजेत. **सदृश चेतकामधे निर्वरण क्रमानेच होऊ शकते.** 1 Differentiation.

मस्तकाच्या छालीत चेतनाप्रवेश कोणकोणत्या मार्गांनी होतो आणि त्यांची तेथे काय व्यवस्था होते, यासंबंधी काही थोडी सोपी साधी उदाहरणे आतापर्यंत दिली आहेत. त्यावरून दिसून येते की चेतनांचा प्रवेश प्रथमतः काही केंद्रात होतो. तेथून त्या चेतना इतरत्र पसरण्याची प्रवृत्ती असते. एका केंद्रात चेतनाप्रवेश झाल्यावर दुसऱ्यात चेतनाप्रवेश झाला तर दोनही मिळून त्या चेतना एका निर्यात-मार्गात उतरतात, असा एक संभव असतो. परंतु दुसराही एक संभव असा असतो की पहिल्यातील चेतना पसरण्यास प्रतिबंध उत्पन्न होतो. **परिवाह किंवा प्रतिबंध** अशा दोन वृत्ती मस्तकछालीत चालू होतात. सामान्य व्यवहारात पुष्कळ चेतक एकाच समयी लागू असतात. अर्थात अनेक मार्गे चेतना मस्तकातील अनेक केंद्रात जातात. परिणामी एखाद्या निर्यात मार्गात चेतना चालू होतात, पण अनेक मार्गात जाण्यास त्यांस प्रतिबंधच होतो. प्रतिबंधाचा परिणाम अंतरिंद्रियातही प्रकट होतो त्याअर्थी तो स्थली–उपस्थलीतही उतरतो असे म्हणावे लागते. परावर्तन घडत असताना मस्तकछालीत वीजवर्चसी[1] तरंग उसळत असतात. हे मस्तुवीजालेखाच्या साहाय्याने कळून येते. पुष्कळ चेतक एकदम चालू असताना चेतनाप्रतिबंध पुष्कळ ठिकाणी होतात. होता होता झोप येते. वीजवर्चसी तरंग मंदावतात.

1 Of electric potential.

झोप येण्याकरता स्वाभाविक अनुकूलता चेतनांना प्रवेश मुळीच बंद केल्याने मिळते. दारे खिडक्या बंद करून दिवे मालवून खोलीत निजल्याने ध्वनिप्रकाश तरंगांना बंदी होते. आडवे पडून राहिल्याने मांसतरीष कमी होतो. चेतनांचा पुष्कळसा भरणा याच तीन प्रकारे होत असतो. इच्छाव्यवहार बंद ठेवणे आणि शेवटी मनोव्यापारही बंद करणे हे ज्याचे त्याच्या आधीन असते. मनोव्यापार बंद ठेवणे हे त्यातल्या त्यात अधिक अवघड असते. तरी बाकीच्या गोष्टी बंद केल्याने चेतनाप्रतिबंध बळावतो आणि झोप येते. झोप आली तरी मधून मधून काही स्थळी अस्पष्ट चेतना राहतात. **स्वप्न** हा त्यांचाच परिणाम असतो.

व्यामोह[1] म्हणून एक स्थिती आहे. एक मनुष्य दुसऱ्याशी काही संभाषण व इतर साधे व्यवहार करून त्याला आपल्या पूर्णपणे आधीन करून घेतो. इतरत्र त्या दुसऱ्याचे लक्ष रहात नाही. या व्यामोहात चेतनाप्रतिबंध काही निवडक ठिकाणीच असतो तरी ही ठिकाणे पुष्कळ असतात. चेतनावंत ठिकाणे पहिला मनुष्य युक्तीने ठेवील तेवढीच असतात. व्यामोहातसुद्धा मस्तुवीजालेखात मंद तरंग येतात. समाधी लावल्याने अशा आलेखात काय फरक होतात ते अद्यापि नीटपणे कळून आले नाही.

1 Hypnosis.

झोपेमधे बाह्य क्रिया तर बंदच असतात पण **अंतरिंद्रियांच्या क्रियातसुद्धा बरेच बदल** घडून येतात. हृदयाची स्पंदत्वरा कमी होते. हृदयातून प्रतिक्षणी बाहेर पडणारा रक्तराशीही कमी होतो. रक्तदाब सुद्धा कमी होतो. श्वसनाची त्वरा कमी होते. बहुतेकामधे श्वास अधिक खोलवर ओढला जातो. एकंदरीत वायुविनिमयही कमी होतो. चयनत्वरा १० ते १५ °/。 कमी होते. मूत्रविसर्गत्वरा कमी होते. तथापि मूत्रघनता थोडी वाढते. मूत्रात प्रस्फुरिक लवणे अधिक होतात. स्वेदविसर्जन थोडे वाढते. जठर व अंत्र यांच्या स्रवणक्रियात म्हणण्यासारखा फरक पडत नाही, पण लालास्रवण व अश्रुस्रवण कमी होते. नेत्रगोल वर आणि अपमध्य दिशेस ढळतात. डोळे मिटतात. याबाबत खालच्या ढापणीपेक्षा वरची अधिक सरकते. डोळ्यातील तारका (बाहुली) आकुंचित होते. शरीरतपमान किंचित् उतरते.

जन्मतः दिवसाकाठी जागृती थोडी आणि निद्रा पुष्कळ अशी रहाटी असते. वयोमानाने निद्रा कमी होत होत प्रौढपणी ती दिवसाकाठी ८।९ तासापर्यंत कमी होते. वृद्धामधे ती आणखी कमी होते. झोपेत जाणीव नाहीशी होते. कोणत्याही इंद्रियाच्या द्वारा चेतनाग्रहण होत नाही. तथापि सर्व इंद्रियांची अशी बधिरता सारखी नसते. गंध, रुचि, वेदना, स्पर्श व श्रवण यांची बधिरता उत्तरोत्तर कमी कमी असते. जागृती आणण्याकरता चेतकाला जे बल लागते त्या मानाने बधिरता अधिक असे म्हणावे लागते. या बलानुसार निद्रेची गाढता सांगता येते. गाढ निद्रेतला माणूस जागा करण्यास जो आवाज लागेल त्याहून कमी आवाजाने अगाढ निद्रेतला माणूस जागा होतो. गाढ निद्रेत स्वप्ने नसतात. सामान्यतः प्रौढ माणसांना निजल्यापासून एका तासानंतर गाढ झोप लागते. लहान मुलात गाढ झोपेचा वेळ पहिल्या दुसऱ्या तासात आणि पुनः आठव्या नवव्या तासात असतो. अवस्थलीमधील अंचला आणि त्यांच्या जवळचा भाग यात बिघाड झाला असता निद्रा वाढते. यावरूनही **जागृतिमर्मे** असावीत असा तर्क होतो.

मनुष्याचे पुष्कळसे व्यवहार सूर्यप्रकाश असताना चालतात. सूर्यप्रकाश नसताना स्वाभाविक झोप येते. हल्ली काही लोकांना मुद्दाम रात्री जागरणे करून व्यवहार करावे लागतात. असे असले तरी अंतरिंद्रियाच्या व्यापारात जे बदल घडून यावयाचे ते रात्रीच येतात, दिवसा घडून येत नाहीत. माणसाने आपले व्यवहाराचे आणि एकंदर राहण्याचे स्थान पूर्व–पूर्वेकडे नेले असता त्या त्या ठिकाणच्या रात्रिकाली ते ते फरक अंतरिंद्रियात घडून येतात. एकाच जागी नुसता व्यवहारकाल बदलल्याने जे घडून येत नाही ते अशा रीतीने जागा बदलल्याने झपाट्याने घडून येते. **झोपेची वेळ बदलल्याने** अंतरिंद्रियांचे व्यापार बदलत नाहीत, परंतु **शरीरतपमानात मात्र बदल** होतो. झोपेत तपमान किंचित् कमी होते. व्यवहाराने उत्पन्न होणाऱ्या उष्णतेचा तो परिणाम असतो.

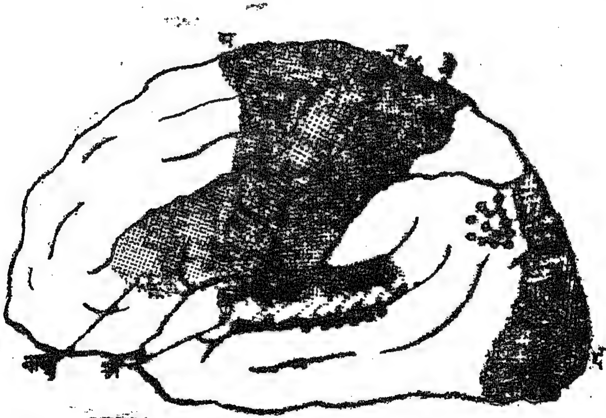
चेतनोद्भव व चेतनाप्रतिबंध या दोन व्यापारांबरोबर **चेतनांचा प्रतिदेश** याचाही विचार केला असता सर्व चैतनिक व्यापारांची कारणे गवसल्यासारखे होणार आहे. प्रतिदेश म्हणजे एकाच्या जागी दुसरा येणे. बाहेरचे चेतक लागू असताना हे तीन व्यापार लागोपाठ चालू असल्याचे आढळून येते. चेतकबलानुसार चेतनाबल वाढते हे सहजच आहे. तथापि या वाढीस स्वाभाविक मर्यादा व्यक्तिगणिक निरनिराळी असण्याचा संभव आहे. चेतक अतिरिक्त झाल्यास चेतनाबल वाढण्याऐवजी कमी देखील होते. अतिरेकाचा अतिरेक झाल्यास ते नाहीसे होते इतकेच नव्हे तर चेतनाग्राही चित्तिकांना अपायही होतो. पराकाष्ठेला चेतकबल जाऊ लागले की चेतनाबल कमी होणे हा अपाय टाळण्याचा स्वाभाविक उपाय समजला पाहिजे. **चेतनाग्रहण आणि चेतनाप्रतिबंध या दोन व्यापारांचा तोल** संभाळणे हा चैतनव्यूहाचा सद्‌गुण समजला पाहिजे. एका प्रकारच्या चेतनाव्यापाराच्या जागी दुसरा चालू करणे हादेखील आणखी एक सद्‌गुणच होय. या तीन वृत्तीनुसार चैतनव्यूहाचे कोणी तीन तर कोणी चार वर्ग सांगतात. सुधीर,[१] दुर्बल,[२] आवेशी[३] व मंद[४] असे हे चार वर्ग होत. प्रकृतिवर्गाची चर्चा करताना यांचा पुनः उल्लेख येईल. (प्र. ५८).

1 Sanguine. 2 Melancholic. 3 Choleric. 4 Phlegmatic.

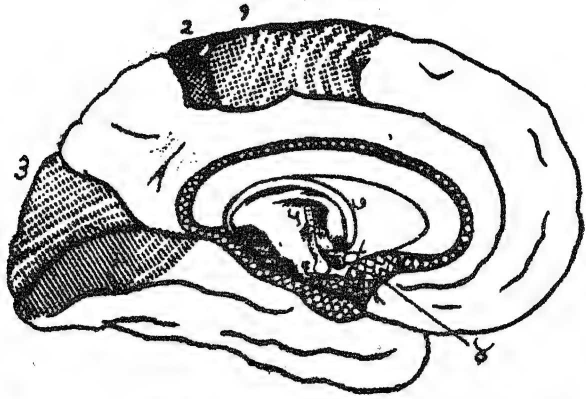
मस्तकाच्या छालीचे संबंध चेतन्यांच्या द्वारा शरीराच्या सर्व इंद्रियाशी जुळलेले असतात. वस्तुतः जी ज्ञानेंद्रिये आणि कर्मेंद्रिये म्हणून आपण समजतो ती त्या त्या इंद्रियांची केवळ बाह्य अग्रे आहेत. **सर्व इंद्रियांची अंतरग्रे मेंदूत गुंतलेली असतात.** मेंदूचा मस्तकभाग विशेषतः छाल हा इंद्रियांच्या अंतरग्राचा समुच्चय असतो. गंधवाही, ध्वनवाही आणि रूपवाही चेतन्या मेंदूशी स्वतंत्रपणे

जुडलेल्या दिसतात. रुचिवाही चेतनातंतू इतराबरोबर काही करोटीय चेतन्यात गुंफलेले असतात तर स्पर्शवाही चेतनातंतू कशा व मेंदूचे बुंध यातून वर छालीकडे जातात. ही ज्ञानेंद्रियांची गोष्ट झाली. कर्मेंद्रियांची कर्मे करविणाऱ्या चेतन्यामधील तंतू मेंदूचे बुंध व कशा यापासून निघून त्या त्या इंद्रियात जातात. त्यांचे संबंधही मस्तकाच्या छालीशी जुळलेले असतात. मस्तक–छालीचा विस्तार बराच असतो. छालीवर उमटलेल्या गिरिका-दरिकामुळे छालक्षेत्र एरवी झाले असते त्याच्या सुमारे तीसपट मोठे झालेले असते. या विस्तृत क्षेत्रात शरीरातील ज्ञानेंद्रिये व कर्मेंद्रिये यांचे संबंध कसकसे जुळलेले आहेत यासंबंधी बराच शोध गेल्या शतकात झालेला असून छालीवर इंद्रियस्थाने चांगल्या रीतीने कळून आलेली आहेत.

मस्तकछालीतील पेशिकारचनेचा अभ्यास संशोधकांनी फार बारकाईने केलेला असून अशा विविध रचनेनुसार **छालीवर एकंदर पन्नास क्षेत्रे** आखून दाखविली आहेत. त्यांपैकी प्रत्येक क्षेत्रातील पेशिका, आकार आकृती, त्याचप्रमाणे त्यापासून निघालेल्या तंतूची जाडी आणि परस्परापासून अंतरे, या बाबतीत इतर क्षेत्रपेशिकापासून निराळचा असतात. तथापि कार्यदृष्टचा विविधता पुष्कळ असली तरी आखणी नेमकी अशीच येते असे नाही. म्हणून येथे तशी गणती दिलेली नाही. कार्यदृष्टचा जे विभाग व पोटविभाग आढळून येतात ते दिलेले आहेत. प्रस्तुत नकाशात केंद्रीय दरिका ही महत्त्वाची खूण आहे. या दरिकेच्या खालच्या टोकाशी



आ० ३७·३ मस्तकछालीतील संचालन व संवेदन यांची क्षेत्रे.
हीच आकृती प्र. १५ आ. ८ अशी आहे.



आ० ३७·४ मस्तकाच्या मधोमधी दर्शनात संचालन-संवेदन क्षेत्रे.
हीच आकृती प्र. १५ आ. ७ अशी आहे.

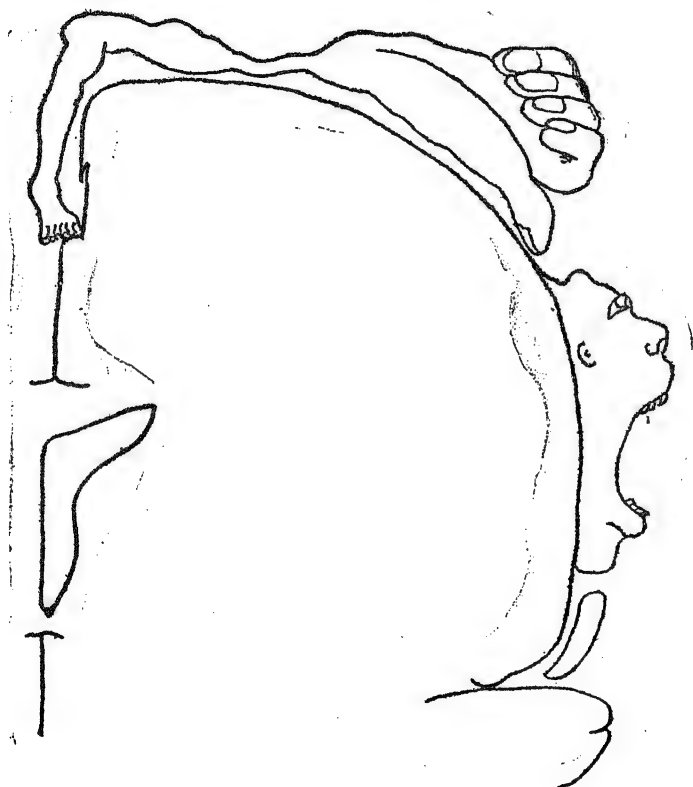
आडवी दरिका असते. केंद्रीय दरिकेच्या पुढे व मागे ज्या गिरिका आहेत त्यांवरील क्षेत्रास संचालक[1] व संवेदक[2] मर्म म्हणतात. संचालकाच्या पुढे वरच्या काठाला लागून कोष्ठांग मर्म[3] आहे. संचालकक्षेत्राच्या खालच्या अर्धाच्या पुढे आणखी एक कोष्ठांगक्षेत्र असून त्यालाच लागून खाली वाचामर्म[4] आहे. आडव्या दरिकेच्या खाली कुंभीय गिरिकेवर श्रवणमर्म आणि त्याच्याही खाली आणखी एक वाचामर्म आहे. मौलीय खंडाच्या मागल्या टोकाशी विस्तृत दृष्टिमर्म[5] आहे आणि त्याच्या वरच्या भागाला लागून पुढे आणखी एक वाचामर्म आहे.

1 Motor. 2 Sensory. 3 Premotor (viscerad) area. 4 Speech centre. 5 Visual centre.

मस्तकगोलार्धाच्या उपमध्य अंगाला संचालन व संवेदन मर्मे आणि त्यांपैकी पहिल्यापुढे कोष्ठांग मर्म असून अवघ्राण[1] मर्मे मध्याजवळ आहेत. मस्तकाच्या तलपृष्ठावरही अवघ्राण उमटलेले असते. अवघ्राण आणि रसनमर्मे एकात एक मिसळलेली अधरपृष्ठावरच आहेत. ती एका शेजारी दुसरे अशीही असतील. त्याविषयी निश्चय नाही. उपमध्य व अधरपृष्ठावर दृष्टिमर्मही[2] बरेच विस्तृत असते ते अपमध्य पृष्ठावरील मर्माशी सलग असेच असते. त्यात पट्ट्यांची रचना नुसत्या डोळ्यांनीही स्पष्ट कळून येते. कोष्ठांगमर्म हस्तांगगिरिकेत आहे असे एक मत आहे.

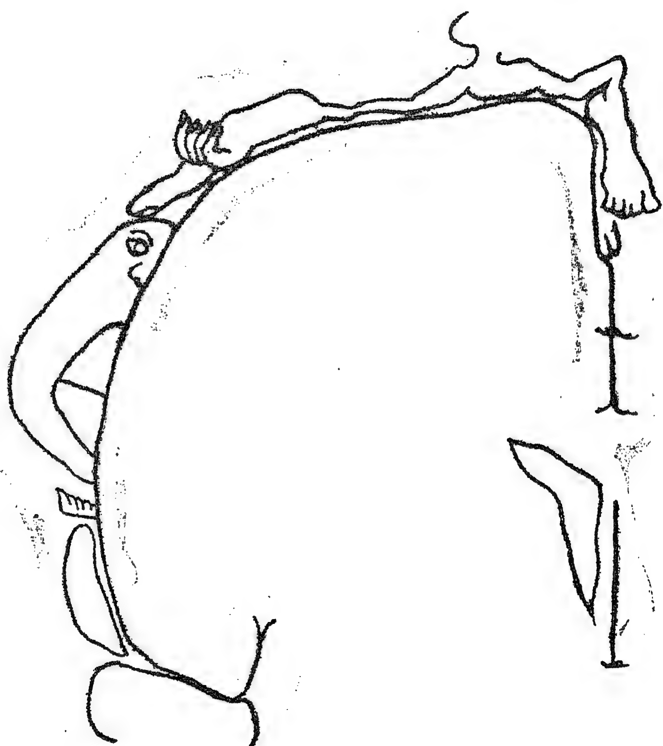
1 Olfactory. 2 Visual area.

संचालन आणि संवेदन मर्मे म्हणून जी सांगितली त्यात नखशिखान्त **सर्व देहाचा समावेश** असतो. येथे या देहाची मांडणी मात्र खाली डोके वर पाय अशी झालेली असून आकारदृष्टया त्यातील प्रमाणशीरपणाही पार बिघडलेला असतो. हा बिघाड ठळक दाखवून शेजारची आकृती काढलेली आहे. मस्तकाच्या आडव्या छेदावर देह पसरून ठेवल्यासारखा दाखविला आहे. सगळयांच्या वरती आणि उपमध्य पृष्ठात चरण असून त्यापेक्षा कबंध अमळ लहान आणि भुज मात्र त्याहून मोठा आहे. त्यातल्यात्यात पंजाला जागा मोठी मिळाली असून बोटांपैकी आंगठा सर्वात मोठा आहे. मुखवटा अलग होऊन बोटांच्या खाली आहे. जीभ सर्वात खाली असून तुटक आहे. संवेदनक्षेत्रात दातही मुखवटयाबाहेर खाली आले आहेत.



आ. ३७·५ संचालनमर्मांचा नकाशा.

संचालन व संवेदन क्षेत्रात जे भाग मिळालेले आहेत ते त्यांच्या **कार्याच्या दृष्टीने लहानमोठे** आहेत. मुखवटयाचे संचालन व संवेदन कबंधाच्या पेक्षा बरेच अधिक आहे. मुखमांसाच्या हालचाली विशेषतः जिभेच्या हालचाली पुष्कळ सूक्ष्म आणि विविध असतात. हातापायांच्या हालचालीमधेही असाच तरतमभाव दिसून येतो. हाताच्या बोटांच्या हालचालींच्या तुलनेने पाहता पावलाच्या हालचाली फारच थोडया आणि ढोबळ असतात. जीभ हा लहानसा अवयव असून तिच्या हालचाली पुष्कळच विविध आणि सूक्ष्म असतात. डोक्याच्या हालचाली म्हटल्या म्हणजे त्वचेची हालचाल असतें तेवढीच, बाकी काही नाही. कानाला हालचाली

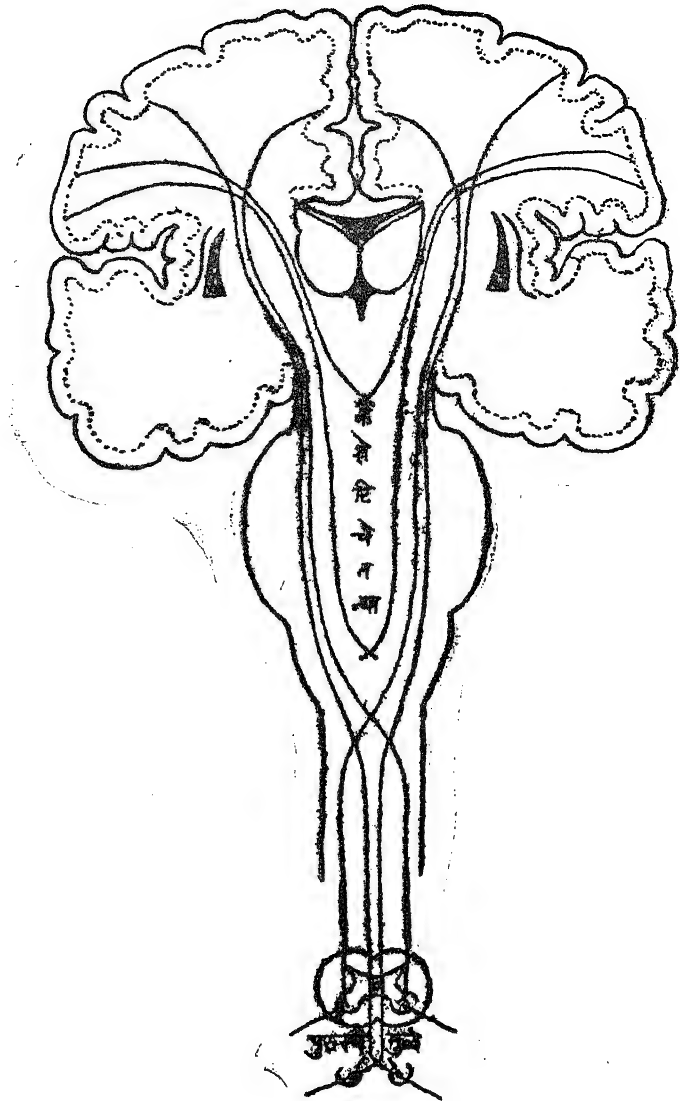


आ. २७.६ संवेदनमर्मांचा नकाशा.

अगदी थोड्या, किंबहुना नाहीत म्हटले तरी चालेल. दात आणि नखे यांना स्वतंत्र हालचाली नाहीत तरी केवळ मुखवटयाचे आणि बोटांचे भाग म्हणून आकृतीत दाखविले आहेत. संवेदनासंबंधी आकृतीत जे तारतम्य दाखविले आहे ते बहुशः वरच्या सारखेच आहे. येथे मात्र दात व नखे यांना संवेदन असते असेच समजले पाहिजे. या आकृतीत जननेंद्रिय पावलाच्या खाली उपमध्य पृष्ठावर दाखविले आहे.

आताच जी संचलन-मर्मे सांगितली ती व्यक्तिशः एका एका मांसपेशीची चलनमर्मे अशी नसतात कारण कोणत्याही एका मांसपेशीस चेतना दिल्याने एकाद्या अवयवाचे चलन घडते असे होत नाही. अवयवचलनास एका पेशीचे आकुंचन अवश्य असते तसेच तद्विरुध्द क्रिया असणाऱ्या पेशीचे शिथिलन किंवा प्रसरणही अवश्य असते. शिवाय पुष्कळशी चलने घडताना अनेक पेशी आकुंचित व्हावयाच्या आणि अनेक प्रसृत व्हावयाच्या अशी योजना असते. अशा **योजनांची** ही **केंद्रे** किंवा **मर्मे** असतात. मर्म किंवा केंद्र विस्तृत असले म्हणजे त्याला क्षेत्र म्हणतात. संचालन त्याचप्रमाणे संवेदनाच्या क्षेत्रासंबंधीही एक गोष्ट अशी आहे की डाव्या उजव्या शरीरभागांचा मस्तकगोलार्धाशी संबंध उजवाडावा असा असतो. अंतर्मुख व बहिर्मुख मार्ग वर्णन करताना ते कोठेतरी एका ठिकाणी उजवी डावी बाजू बदलतात असे पूर्वी सांगितलेले आहेच. **संचलनमर्मे हीच वास्तविक इच्छाप्रेरणांची मर्मे** असतात. आपणाला जेव्हा कोणताही अवयव हालवण्याची इच्छा होते तेव्हा त्यातील अमुक मांसपेशीचे अमुक इतके चलन आणि अमुक मांसपेशीचे शिथिलन (प्रसरण) या तपशीलाच्या गोष्टीची कधीच इच्छा उत्पन्न होत नाही. तेव्हा ही **मर्मे** विशिष्ट **क्रियांची** असतात हे याही रीतीने सिद्ध होण्यासारखे आहे. तथापि योग्य तपशिलाप्रमाणे चेतना उत्पन्न झाल्याशिवाय नेमके वर्तन हेही शक्य नाही. इच्छेच्या अनुरोधाने सविस्तर क्रिया-योजना याच मर्मात होत असली पाहिजे यात शंका नाही. स्तूपबाह्य तंतुव्यूह जो पूर्वी सांगितला त्याचा आरंभ संचालन क्षेत्रापुढे जे **कोष्ठांगक्षेत्र** सांगितले त्यातूनच होतो. त्यामुळे हे क्षेत्र मिश्रघटनेचे आहे असे म्हणावे लागते. या व्यूहात बिघाड उत्पन्न झाला असता कलाकुसरीच्या क्रिया करता येईनाशा होतात. त्यावरून तदारंभक पेशिका कलेला उपयोगी पडणारे उपयोजन घडवून आणतात असे म्हणावे लागते.

मस्तकछालीतील क्षेत्रे समजून घेण्याकरता पुष्कळ **प्रयोग** झालेले आहेत, पण ते बहुतेक पशुपक्ष्यांवर. काही प्रयोगकारांनी पारव्यावर प्रयोग केले, काहींनी उंदरा-मांजरावर केले, काहींनी ससावर केले. परंतु त्यातल्यात्यात अधिक बोधप्रद



आ. ३७·७ संचलनमर्माचा संबंधनिकाश.

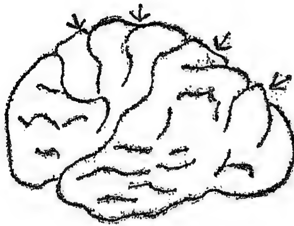
प्रयोग कुत्र्यावर केले गेले आहेत. काही थोडेसे प्रयोग माकडावर आणि काही चिंपंझी व ओरांग या कपींवर केले गेले आहेत. या प्रयोगात एक तर मेंदू उघडा करून त्यास विशिष्ट ठिकाणी **विजेच्या प्रेरणा** देण्यात आल्या किंवा मेंदूचा काही भाग मुळीच काढून टाकण्यात आला. विजेच्या प्रेरणांनी संचलनक्षेत्रात विशिष्ट हालचाली घडून येतात, असे आढळले. मेंदूचा एकादा **भाग काढून टाकल्यानंतर** त्या भागाचे **कार्य लोप** पावते हे उघडच आहे. प्राण्याच्या वर्तनात फरक घडून येतो त्यावरून कोणत्या इंद्रियाला बाधा झाली आहे ते कळते. त्या त्या इंद्रियाचा संबंध त्या त्या मेंदुभागाशी होता असे अनुमान निघते. काही अगदी थोडच्या प्रसंगी माणसाचा मेंदू उघडा करून त्यातील केंद्रीय दरिकेच्या पुढल्या मागल्या क्षेत्रातील वेचक स्थानास वीजप्रेरणा दिल्या गेल्या आहेत. या प्रसंगी आतुराची सार्वत्रिक शुद्ध न घालवता त्वचेमध्ये स्थानिक बधिरता औषधाने उत्पन्न करण्यात आली होती. तेव्हा केंद्रीयदरिकेच्या पुढील भागात संचलन आणि मागील भागात संवेदन उत्पन्न झाल्याचे कळून आलेले आहे.

मन म्हणजे काय आणि **बुद्धी** म्हणजे काय ? या प्रश्नांची उत्तरे देणे मोठे कठीण आहे. तरी निश्चित म्हणता येते की, सर्व अनुभव जमेस धरून त्या त्या प्रसंगाला अनुरूप हितावह वर्तन करण्याची प्रेरणा देणारे इंद्रिय ती बुद्धी, आणि मन हे तिचे पहिले अंग. प्रस्तुत प्रकरणी असे सांगता येते की, भालीय खंडाचे कोष्ठांगक्षेत्र आणि वाचाक्षेत्र यांच्या पुढचे स्थान बुद्धीचे आहे. या विधानाला पुष्टी अमेरिकेत १८५० त घडलेल्या एका अपघाताने मिळालेली आहे. एका कारखान्यातील एका यंत्रातील एक सळई निसटली आणि महावेगाने एका अधिकाऱ्याच्या एका कानाच्या पुढील भागात शिरून त्याच्या दुसऱ्या कानापुढून बाहेर निघून गेली. रीतीप्रमाणे योग्य ते उपचार झाले. अधिकारी त्या दुखण्यातून बरा झाला आणि कामाला जाऊ लागला. घरी त्याचे व्यवहार ठीक चालू झाले होते. पण कारखान्यातले पूर्वीचेच काम त्याला नीट करता येईना. घरच्या व्यवहारापेक्षा कारखान्यातील लक्ष ठेवण्याचे काम अर्थात अधिक बुद्धिमत्तेचे होते. त्यासाठी पूर्व घटनांची स्मृती आणि तात्कालिक अवलोकनाचे मनन, यांची विशेष गरज होती. ती गरज आता भागेनाशी झाली. यावरून **स्मृती व समन्वय यांची मर्मे** भालीय खंडाच्या उध्वस्त भागात पूर्वी होत असत, असे अनुमान निघते.

क्वचित् मेंदूच्या या भागात गळू व आवाळू उद्‌भवते. त्यावर उपचार म्हणून ते भाग काढून टाकावे लागतात. या प्रसंगीही बुद्धिलोप झाल्याचे आढळून येते. पशूंचे हे भाग माणसाच्या मानाने पुष्कळ लहान असतात. ते काढून टाकले असता

तो निर्बुद्ध होतो. त्यातल्या त्यात इतर पशूपेक्षा वानरात बुद्धिकेंद्र बरा असतो. तो काढून टाकल्याने वानरही अबुद्ध होतो.

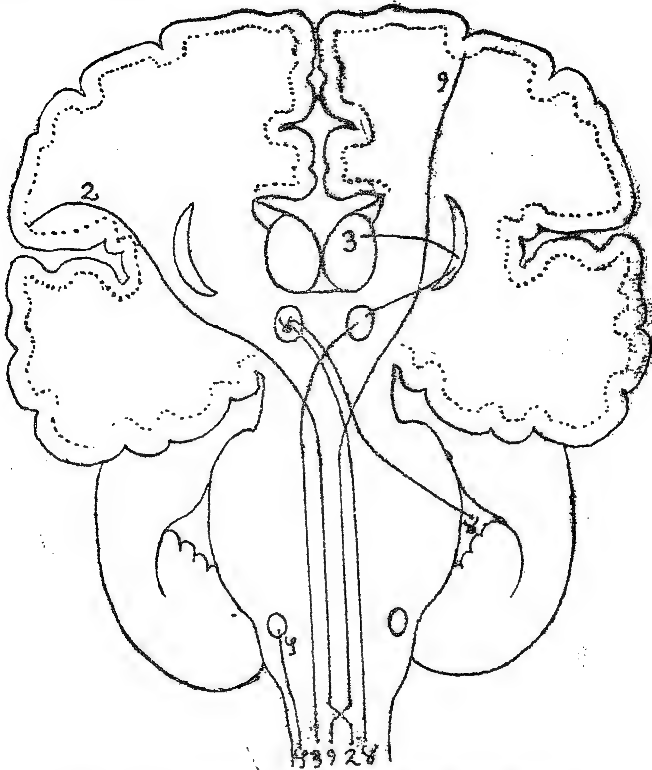
मेंदूतील विशिष्ट स्थानी विजेच्या प्रेरणा देऊन पाहता ज्या स्थानी त्या दिल्याने चलन घडते त्यांना आपण संचलनमर्मे म्हणतो. परंतु काही ठिकाणी प्रेरणा दिल्या असता चालू चलन थांबते असा अनुभव प्रयोगकारांना आलेला आहे. या ठिकाणच्या चित्तिका चलनास प्रेरणा न देता असलेल्या प्रेरणा बंद पाडतात म्हणून त्यांना प्रतीरक चित्तिका म्हणता येईल. हृदयाच्या संबंधात विगूढा चेतनीतील चित्तिका प्रतीरण करतात असे आपण म्हटले आहे. प्रस्तुत चित्तिकांचे फाटे अमक्या एका चेतनीत गेलेले आहेत असे माहीत झालेले नाही. बहुधा या चित्तिकांचे परिणाम एरवी **प्रेरणा वाहणाऱ्यांना आवरून धरणे** अशा स्वरूपाचे असतात. म्हणून त्या ज्या क्षेत्रात आढळतात त्यांना **निग्रहणमर्मे**[1] असे वेगळे नाव दिले गेले आहे. ही निग्रहणमर्मे लहान लहान असून गोलार्धाच्या वरच्या काठाच्या जवळ आढळली आहेत. काही कोष्ठांगक्षेत्रात आढळली आहेत. स्तूपबाह्य व्यूह याच क्षेत्रातून निघतो. त्याचे कार्य सुयोजनाचे असल्याचे वर सांगितले आहे. सुयोजनेमध्ये काही भाग प्रतीरणाही असणे साहजिक आहे, काही भाग प्रतिबंधाचा असणे हे सहजच गृहीत आहे. येथे प्रतिबंध-चेतना उद्भवू न देणे. प्रतीरण म्हणजे उद्भवलेली चेतना बंद पाडणे. निग्रहण म्हणजे त्याचे सामुदायिक नियमन करणे.



आ० ३७.८ निग्रहण केंद्रे, बाणांनी दर्शविली आहेत.

1 Suppression.

बोलता येणे हा माणसाचा विशेष गुण आहे. माणूस आणि वानर यांच्या शरीरघटनेत इतर पशूंच्या तुलनेने पाहता साम्य पुष्कळ आहे. पण बोलता येणे हा गुण माणसातच आहे, इतर कोणातही नाही. या एका गोष्टीमुळे मानव प्राणी सर्वश्रेष्ठ ठरतो. बोलता येण्यामुळे ज्ञानाची देवघेव करण्याची फार मोठी सोय लाभली आहे. वाचेमुळे विद्यमान पिढीतील व्यक्तीचे ज्ञान एकमेकास देता घेता येते इतकेच नव्हे तर लेखनाची जोड घेऊन मागील पिढीचे ज्ञान, आगामी पिढीस सव्याज देण्याचीही सोय झालेली आहे. मुखवट्याचे स्नायू, विशेषत: ओठ-व जीभ आणि श्वसनेंद्रिये, विशेषतः कंठ यांनी वाचा प्रकट होते. या सर्व अवयवांच्या



आ० ३७·९ कनिष्ठ मर्मावर येणाऱ्या प्रेरणामार्गांचा नकाशा.

(१)	पूर्वानुभवावरून		मस्तकछालीकडून
(२)	तत्कालीन	नेत्रसंवेदनावरून	मस्तकछालीमधून
(३)	तत्कालीन	सार्वत्रिक त्वक्संवेदनावरून	परिस्थलीमधून
(४)	तत्कालीन	सार्वत्रिक मांससंधिसंवेदनावरून	मस्तिकामधून
(५)	तत्कालीन	संस्थात्रसंवेदनावरून	संस्थमर्मामधून.

याखेरीज रज्जूमधील तत्स्थानीय आणि निकट स्थानीय चेतना येत असतात.

संचलनाची आणि संवेदनांचीही मर्मे यथायोग्य ठिकाणी संचलन व संवेदन यांच्या केंद्रदरिकेजवळील क्षेत्रात आढळतातच पण त्याशिवाय आणखी **तीन ठिकाणी वाचाक्षेत्रे** मस्तकछालीत आढळतात; एक भालप्रदेशात मुखवटयाच्या चलनक्षेत्रा-

शेजारी, दुसरे कुंभीय खंडात श्रवणक्षेत्राशेजारी, आणि तिसरे मौलिप्रदेशाच्या वरच्या भागात दृष्टिक्षेत्राशेजारी.

आपणास कोणत्याही गोष्टीचे आकलन होते तेव्हा पंचेंद्रियद्वारा काही संस्कार मस्तकछालीत केले जातात. अशा **संस्कार-समुच्चयाला एक नाव** देणे हे शब्दयोजनेचे सार आहे. प्रत्येक शब्द असा एकादा संस्कार दर्शवितो. संस्कार करणाऱ्या गोष्टीचा छालीवर घडतो तो प्रथम संस्कार होय. त्यानंतर त्याच्या शब्दाशी घडणाऱ्या साहचर्याने एक संस्कार घडतो तो दुसरा संस्कार होय. छालीवर या दोन संस्कारांचा दुवा जमतो. संवर्तन घडताना सहज परावर्तक चेतना नसताना तिच्या निर्यातमार्गाशी नव्या प्रासंगिक चेतनामार्गाचा दुवा जमतो तशासारखीच ही गोष्ट आहे. येथे वर्तन घडत नाही ज्ञापन घडते. यास संज्ञापन (सहज्ञापन) असे नाव देता येईल. अशा रीतीने **शब्द हे पंचेंद्रियगोचर वस्तूंचे किंवा तद्घटितांचे प्रतिनिधी बनतात.** शब्दाला असे विशेष महत्त्व असल्यामुळे त्यांच्या श्रवणाकरता विशेष श्रवणक्षेत्रही निर्माण झालेले आढळते ते सामान्य श्रवणक्षेत्राच्या शेजारी असते. त्याला **शब्दश्रवणक्षेत्र** म्हणावे.

शब्दाचा उच्चार विशिष्ट स्नायूंच्या उपयोगाने करावयाचा असतो. प्रत्येक वर्णागणिक उच्चारक्रिया वेगवेगळी असते. इतक्या सर्व क्रिया चालवण्याकरता विस्तृत क्षेत्र मस्तकाच्या छालीत उत्पन्न झालेले असते. साधारणतः वयाच्या दुसऱ्या वर्षापासून मूल वर्णोच्चार करावयास शिकते. शब्दोच्चार ऐकून त्याची नक्कल करावयास ते शिकते. उच्चाराचे सामर्थ्य काहींना दुसऱ्या वर्षी तर काहींना सातव्या वर्षापर्यंत केव्हा तरी येते. **शब्दोच्चारणाच्या संचालनाचे मस्तकछालीतील क्षेत्र** मुखसंचालनाच्या शेजारीच असते.

लेखन व वाचन या दोन कला वाचेमुळेच उत्पन्न झालेल्या आहेत. शब्दांच्या अवयवांच्या म्हणजे वर्णांच्या लेखी खुणा ठरलेल्या आहेत. त्या ओळखून त्यांचा उच्चार करणे म्हणजे वाचन. पाहणे व उच्चारणे या दोन क्रियांचेच हे विशिष्ट प्रकार आहेत. या विशिष्ट खुणा पाहणे आणि अर्थात् ओळखणे यासंबंधी एक मर्म, मस्तकाच्या छालीत उत्पन्न झालेले आहे. ते दृष्टिक्षेत्राच्या शेजारी असते. हे **शब्ददर्शनक्षेत्र** म्हटले पाहिजे. (भाग. १ पृ. ४१७. आकृती.)

माणसाखेरीज इतर कोणत्याही प्राण्याला वाचा नसते. तेव्हा एतत्संबंधी प्रयोग इतर प्राण्यावर करता येत नाहीत. तथापि वाचेसंबंधी माणसातील काहीं जणात **दिसून आलेले दोष** आणि त्यांच्या मस्तकछालीतील विकारस्थाने यांचा मेळ कसा बसतो ते पाहून प्रस्तुत वाचामर्मांना नावे दिलेली आहेत. मस्तकातील

शब्दोच्चारणक्षेत्रात विकार असला तर शब्द ऐकू येतो, दिसतो पण उच्चारता येत नाही. शब्दश्रवण क्षेत्रात विकार असला तर शब्द ऐकला तर तो उमगत नाही म्हणून त्याचा उच्चार करता येत नाही. दुसरेच काहीतरी उच्चार निघतात. शब्ददर्शनक्षेत्रात विकार असला म्हणजे शब्द दिसला तरी त्याचा अर्थ समजत नाही आणि तदनुसार उपयोग करता येत नाही.

मस्तकातील या वाचामर्मांची एक चमत्कारिक गोष्ट अशी आहे की ती **मस्तकाच्या एकाच गोलार्धात** आढळतात. डावखोरे लोक फार थोडे असतात. त्यांच्या मस्तकात ती उजव्या गोलार्धात असतात. इतरांच्यात ती डाव्या गोलार्धात असतात. वाचामर्मे जन्मानंतर दुसऱ्या वर्षी तयार होऊ लागतात. त्यापूर्वी डाव्या उजव्यात तारतम्य उत्पन्न झालेले असते. ते या नवीन तयार होणाऱ्या मर्मात प्रकट होते. ज्याचे कार्य नीटपणे कळलेले आहे अशाच छालमर्मांचा येथे उल्लेख केला आहे. इतर छालभागातील मर्मे अद्याप कळून आलेली नाहीत.

प्रकरण ३८

तीन साधी ज्ञानेंद्रिये

ज्ञानेंद्रिये पाच ही गणती पूर्वापार चालत आलेली आहे. त्वचा नासा रसना श्रोत्र आणि नेत्र अशी ती पाच ज्ञानेंद्रिये होत. त्यातील श्रोत्र आणि नेत्र यांची रचना बरीच क्लिष्ट आहे. बाकीच्या तिहींची त्या मानाने साधी आहे. **त्वचा** हे स्पर्शेंद्रिय आहे. ते सर्व शरीरभर इतर अवयवावरील आवरणरूपाने पसरलेले आहे. त्वचेचे बाहेरून पंधरावीस थर मृत पेशिकांचे असतात ते सुकून चुरगळल्यासारखे अस्वच्छ असतात. त्याच्या खाली स्वच्छ थर असतो. त्यातील पेशिका मृतप्राय असतात. (पृष्ठ ११ वर त्वचाछेद आकृती पहा) पण सुकलेल्या नसतात. त्याच्या खाली कणालु थर असतो. त्यातील पेशिका जिवंत असतात. 'त्याच्या खाली वर्धमान पेशिकांचा थर असतो. हा थर सपाट नसतो त्यात टेंगळे असतात. त्याना पिटके[1] म्हणतात. त्यात चैतनतंतूची अग्रे गुंतलेली असतात. या थराच्या खाली स्वेदपिंड केशमूले आणि स्विदापिंड असतात. स्वेदपिंडातून स्वेद निघतो त्याने उष्णताविसर्जन होते हे उत्सर्गप्रकरणी सांगितले आहे. स्विदापिंडातून स्विदा निघते. ती ओषट असते. तिचा उपयोग त्वचा मऊ ठेवण्याकडे होतो. कडक थंडी पडते तेव्हा स्वेदस्रावासह स्विदास्रावही थांबतो त्यामुळे कातडी तडतडीत राहते. (प्र. २७ आ. ५) (भाग १. पृ. १९ तसेच आ. पृ. ११ पहा.)

1. Papillae.

त्वचा हे आघातापासून आणि उष्णतेपासून **संरक्षण करणारे इंद्रिय** आहे. तथापि येथे आपणास तिचा **ज्ञानेंद्रिय** म्हणून विचार करावयाचा आहे. त्वचेतील ज्ञानेंद्रियास स्पर्शेंद्रिय म्हणतात. ज्यांना शब्दज्ञान नाही असे बहिरे आणि ज्यांना रूपज्ञान नाही असे आंधळे लोक जगात दीर्घकाळ वावरताना आढळतात. परंतु स्पर्शज्ञान नसलेला माणूस दीर्घकाळ जीवित कंठू शकत नाही. काही व्याधींनी स्पर्शज्ञानाचा लोप होतो. तो थोड्याशाच भागाचा असला तर अशा हतभागाला काही थोडे दिवस जीवन चालवता येते. निकोप प्रकृतीच्या माणसाचे डोळे पूर्णपणे आणि कान अंशतः विश्रांती वेळोवेळी घेतात. त्वचा या स्पर्शेंद्रियाला पूर्ण विश्रांती कधीच मिळत नाही. तशी घ्यावीच लागली तर जीवित धोक्यात येते. अंगाला चटका बसला, मुंगी चावली, ओरखडा उठला तर कळत नाही आणि परिणामी

अनर्थ होतो. सर्वांगांतून स्पर्शचेतनांची आवक मेंदूत होत असल्यानेच शरीर सुस्थितीत राखण्याच्या स्वयंभू योजना तडीस जातात. संरक्षक परावर्तने म्हणून त्यांचा उल्लेख पूर्वीच येऊन गेलेला आहे.

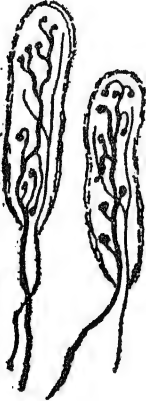
प्राचीन ग्रंथकारांनी केलेल्या इंद्रियगणनेत पाच कर्मेंद्रिये, पाच ज्ञानेंद्रिये आणि मन हे एक इंद्रिय अशी अकरांची गणती आहे. आधुनिक ग्रंथकार मन हे एक इंद्रिय इतर सर्व इंद्रियात अंशतः समाविष्ट आहे असे मानतात. एकूण अर्थ तोच. मन हे इंद्रिय सर्वांशी जोडलेले असून सर्व शरीरव्यापार अशा संयोगानेच चालतात असेच प्राचीनही समजत. आधुनिक शरीरवेत्ते ज्ञानेंद्रियांना **आयापक**[1] म्हणतात. शरीराबाहेरून किंवा शरीराच्या आतून सुद्धा मेंदूकडे चैतन–शक्तीची आयात करणे, हा या आयापकांचा धर्म असतो. शरीराबाहेर किंवा शरीरात सुद्धा ज्या घडामोडी होतात त्या चेतक होत. त्यामुळे चेतना उत्पन्न होऊन चैतनतंतूंच्या द्वारा मेंदूकडे वाहतात. तेथून किंवा त्या वाटेतही त्यांची परावर्तने होतात. हेच इंद्रियव्यापार होत. परावर्तनाचे जे मार्ग ते निर्यापक[2] होत हे उघडच आहे. याच मार्गांना पूर्वी आपण अंतर्मुख व बहिर्मुख मार्ग म्हटलेले आहे. शरीराबाहेरची आयात करणारे आणि शरीराच्या आतून आयात करणारे असे आयापकांचे दोन वर्ग सहजच होतात. त्यांना बहिरायापक[3] व अंतरायापक[4] म्हणतात. बहिरायापका-मधेही दूरायापक[5] आणि अदूरायापक[6] असे दोन वर्ग होतात. ध्वनी आणि प्रकाश आयात करणारे ते दूरायापक होत. इतर अर्थात् अदूरायापक होत. आयापकांचे वर्गीकरण चेतकाला अनुसरूनही करता येते : (१) यामिकायापक.[7] केवळ स्पर्श, दाब, आघात यापासून चेतना घेणारे. (२) रसायापक.[8] चेतकाच्या रासायनिक घटनेनुसार चेतना घेणारे. (३) उष्मायापक.[9] तपमानानुसार चेतना घेणारे (४) रुजायापक.[10] रुख रुख, दुःख, पीडा, वेदना यांची, जाणीव देणारे. विशिष्ट रसायापक जिभेत असतात. यामिकायापक, उष्मायापक व रुजायापक या सर्वांचा अंतर्भाव त्वचेत असतो. (गीतारहस्य पृ. १०५ व १२९ पहा.)

1 Receptor. 2 Effector. 3 Exteroceptor. 4 Interoceptor. 5 Distant receptor. 6 Near receptor. 7 Mechanoreceptor. 8 Chemoreceptor. 9 Thermoreceptor. 10 Pain receptor.

पाची ज्ञानेंद्रिये ही खरोखरी अग्रेंद्रिये[1] आहेत. **अग्रेंद्रिय** म्हणजे इंद्रियाचे केवळ अग्र, समग्र इंद्रिय नव्हे. मेंदूचा एकादा भाग, अग्रेंद्रिय, आणि या दोहोस जोडणारे चैतन तंतू मिळून समग्र इंद्रिय होय. अग्रेंद्रियात बाह्य किंवा अंतर्गत

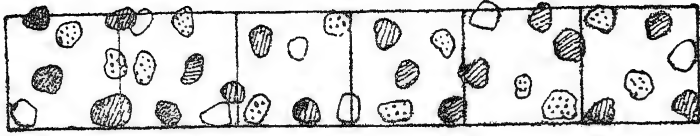
चेतिकेपासून चेतना घेतली जाते. चैतनतंतूतून ती मेंदूपर्यंत पोचविली जाते. तेथे त्या चेतनांचा इतर ठिकाणाहून आलेल्या किंवा त्या ठिकाणाहून पूर्वी आलेल्या चेतनांशी मेळ घातला जाऊन त्यावरून वर्तनरीती ठरते आणि ती वर्तविणारी चेतना कर्मेंद्रियास दिली जाते. ज्ञानेंद्रियांची कर्मेंद्रियांशी मेंदूमधे गाठ पडते. आयापक आणि निर्यापक मार्गांचा संबंध तेथे जुडलेला असतो. या विचारसरणीने मेंदू हा सर्व इंद्रियात भागशः समाविष्ट असतो. 1 End organ.

त्वचेच्या द्वारा आपणाला जे **संवेदन** होते ते एकाच प्रकारचे असते असे नाही. मऊ-खरखरीत, शीत-उष्ण, जड-हलके, सुखद-दुःखद, इतक्या गोष्टी स्पर्शाने समजतात. एकादे लहानसे त्वचाक्षेत्र घेऊन बारीक टाकाचा स्पर्श करून तपासणी केली असता केवळ स्पर्श काही विशिष्ट ठिकाणीच कळतो असे समजते. ही ठिकाणे संस्पर्शस्थाने होत. शीत-उष्ण-स्थाने असतात त्यांच्या तपासणीकरता अधिक क्लिष्ट साधन वापरावे लागते. टाक पोकळ करून त्यात विशिष्ट तपमानाचे पाणी खेळवण्याची व्यवस्था असते. तपमान त्वचातपमानापेक्षा कमी असेल ते शीत आणि अधिक असेल ते उष्ण म्हणावयाचे. अशी तपासणी करून पाहता संस्पर्श-स्थाने,[१] उष्णस्थाने[२] व शीत स्थाने[३] वेगवेगळी असतात असे आढळते. एकंदर संवेदनस्थाने १ cm^2 गणिक सुमारे १२५ असतात. त्यातल्या त्यात संस्पर्श-स्थाने उष्मशीतापेक्षा पुष्कळ अधिक आणि उष्मापेक्षा शीत अधिक आढळतात. त्यांची पसरण अवयवशः बरीच भिन्न असते.



आ० ३८·१
दीर्घ-गोल संस्पर्श-कण.

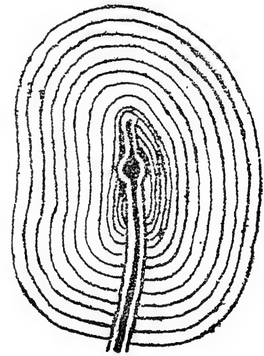
संस्पर्शस्थानांचा विशेष भरणा बोटांच्या अखेरीस तळहातात आणि तळपायात असतो. हाताच्या पृष्ठेवर १ cm^2 गणिक शंभराहून अधिक वेदनास्थाने असतात. संस्पर्शामधेही परिस्पर्श[४] आणि दमन[५] असे भेद आहेतच. परिस्पर्श म्हणजे केवळ स्पर्श, दमन म्हणजे दाब. वेदना[६] हे स्वतंत्र संवेदन आहे हे खरे; परंतु हेही खरे की, कोणत्याही प्रकारचे संवेदन उत्पन्न करणारा चेतक अतिरिक्त झाला म्हणजे वेदना उत्पन्न होतात, मग ते उष्ण असो शीत असो की संस्पर्श असो. याखेरीज कंपसंवेदन[७] आणि कंडू-संवेदन[८] ही वेगळी संवेदने आहेत, असे काहीं जण मानतात.



आ० ३८·२ आंगठयाच्या पृष्ठेवरील संवेदन-बिंबे. ७ मोकळी उष्ण. १२ ठिपकेवाली शीत. १८ रेघावाली संस्पर्श.

1. Tactile spots. 2. Heat spots. 3. Cold spots. 4. Touch. 5. Pressure 6. Pain. 7. Vibratory sensation. 8. Itch sensation.

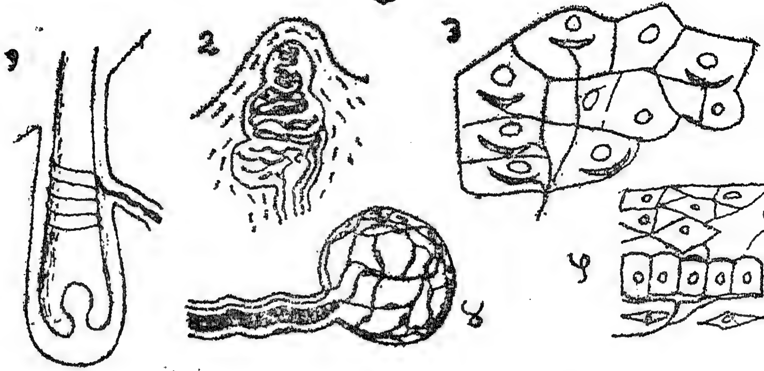
वेदना हे इतराहून वेगळे संवेदन आहे ही गोष्ट शस्त्रकर्माकरता स्थानिक बधिरता आणणारे औषध त्वचेखाली टोचू देतात तेव्हा कळून येते. अशा प्रसंगी, चाकूने कापले तरी वेदना होत नाहीत, पण स्पर्श कळतो आणि त्याहीपेक्षा दाबले -ओढलेले समजते. तेव्हा या संवेदना वेगवेगळ्या आहेत असे कळून येते. शीतस्थाने व उष्णस्थाने वेगळी ओळखू येतात. यावरून त्या वेगळ्या संवेदना आहेत हे उघडच आहे. परिस्पर्श आणि दमन यातला भेद तर नेहमीच सहज कळतो. तेव्हा **त्वक्-संवेदनेचे प्रकार** परिस्पर्श, दमन, वेदना, उष्ण व शीत इतके तरी निदान आहेत यात संशय नाही. कंप व कंडू या कदाचित् विकृती म्हणता येतील, पण बाकीच्यांची गोष्ट तशी नाही. त्वचेची अवयवरचना भिंगांच्या साहाय्याने पाहिली असता अग्रेंद्रियांचे पुष्कळ प्रकार दिसून येतात. दमनायापक अग्रेंद्रिय बहुस्तर-गुलिका-रूप असते. याखेरीज संस्पर्श-संवेदना घेणारी नाना प्रकारची अग्रेंद्रिये आढळतात. उष्मायापक लांबट गोल तर शीतायापक निवळ गोल असते. संस्पर्शायापकातील एक केसाच्या बुंधाभोवती गुंडाळलेले असते, दुसरे मुरडलेले असते, तिसरे पसरलेले असते, चवथे फुगीर असतें तर पाचवे मोकळे असते. सहावे बहुस्तर असते.



आ० ३८·३ बहुस्तर गुलिका

सर्वात साधी **चैतनाग्रांची रचना** असते ती अशी : चैतन तंतू ही चैतन पेशिकेची लांबण असते. या तंतूला शेवटी पुष्कळ फांद्या फुटतात. त्या

कातडीच्या थराच्या तळातील पेशिकात गुंतून राहतात. आणखी एका ठिकाणी अशीच चैतनाग्रे सापडतात ती केसाभोवती. केसाच्या मुळाशेजारच्या कांडाभोवती त्यांचे एक जाळे बनलेले असते. मुक्त चैतनाग्रांनी परिस्पर्श व रुजा या दोन प्रकारच्या संवेदनाचे ग्रहण होते. केसाभोवती गुंडाळलेल्या चैतनाग्रांनी केवळ परिस्पर्शच ग्रहण केला जातो असा तर्क आहे. केसाचे मूळ जरी खोल असले तरी त्याचा दांडा वर निघालेला असल्यामुळे त्याची किंचित हालचाल झाली तरी



आ० ३८·४ त्वचेतील अग्रेंद्रिये. १ केशगुंठित, २ मृदित, ३ प्रसृत ४ स्फीत. ५ मुक्त.

खोलातल्या भागापर्यंत ती पोचते. मांजर वाघ इत्यादी अंधारात वावरणारे प्राणी आहेत. त्याना लांब लांब मिशा असतात. त्यांना ही संवेदना चांगली तीव्र असते. मिशांच्या योगाने त्यांच्या लांबी इतक्या दूरच्या पदार्थाची जाणीव होण्याला साधन मिळते हे उघड आहे. उंदीर व ससा अशा बिळात राहणाऱ्या प्राण्यांना मिशांचा उपयोग असाच होत असावा असे दिसते. माणसाला अशा ताठ मिशा नसतात. ज्या असतात त्या काढल्याने तेथील परिस्पर्श बरा कमी होतो यात शंका नाही.

केसाभोवती गुंडाळलेल्या अग्रेंद्रियाच्या **रचनेचा विशेष अर्थ** जितक्या चांगल्या रीतीने कळू शकतो तितका तो इतर स्पर्शविषयक अग्रेंद्रियाच्या रचनाविशेषाच समजू शकत नाही. ती अग्रेंद्रिये विशेष समर्थ होण्याला त्यांची रचना कशी उ योगी पडते ते समजत नाही. मुक्त चैतनाग्रांनी सौम्य चेतक असल्यास परिस्प आणि तीव्र असल्यास रुजा जाणवते. तथापि इतर कोणत्याही चैतनाग्रांनी सु तसेच घडते. चेतक मध्यम इयत्तेचा असतो तेव्हाच उष्ण, शीत, दमन इत्या

विशिष्ट संवेदना उत्पन्न होऊ शकतात. स्पर्शचेतकाची तीव्रता कमी अधिक करणे शक्य आहे पण ती मोजणे कठीण आहे. तथापि दोन स्पर्शचेतकामधील अंतर मोजणे सोपे आहे. एक धातूचा टोकदार चिमटा घेऊन त्याची दोन टोके मोजक्या अंतरावर ठेवण्याची योजना करता येते. तशी ती करून त्याची दोनही टोके त्वचेवर ठेऊन किती अंतरावर ती एकच भासतात हे पाहणे सोपे आहे. असे करून पाहता ही अंतरे वेगवेगळ्या ठिकाणी वेगवेगळी असल्याचे आढळून येते. उदा०:—

स्थान	अंतर mm.	स्थान	अंतर mm.
जिभेचा शेंडा	१.१	हाताचा तळवा	११.३
बोटाचे मुखीन अंग	२.३	हाताचे पृष्ठीन अंग	३१.६
बोटाचे पृष्ठीन अंग	६.८	ग्रीवा	५४.०
नाकाचा शेंडा	६.८	मांडी, पाठ	६७.१

एकादी काठी हातात घेऊन तिचे दुसरे टोक दूरच्या एकाद्या पदार्थावर टेकले तर पदार्थाच्या मृदुकठिणत्वाविषयी संवेदन मिळते त्यास दूरात् संवेदन म्हणतात.

सेकंदात ५०० वेळा स्पर्श केला तर तो तसाच जाणवतो. त्याहून अधिक वेळा केल्यास मात्र सलग स्पर्शसंवेदना उत्पन्न होते. एकदा स्पर्श करून तो तसाच चालू ठेवला तर त्याची जाणीव हळू हळू कमी होऊन नाहीशी देखील होते. कपडे घातल्यानंतर थोड्याच वेळाने त्यांचा स्पर्श विसरतो. कपडा चाळवल्याने मात्र नवे संवेदन उत्पन्न होते. शेजारची दोन बोटे फुलीसारखी ठेवली आणि त्या फुलीत शेजारशेजारच्या बोटांच्या कडास टेकेल असा एकादा टाक धरला तर दोन टाकाचा स्पर्श झाल्याचा भास होतो. फुली केली नसती तर जे शक्य होते तेच आहे असा भास होतो. हा सवयीचा परिणाम आहे. दाबाचे संवेदन मोजण्याचें साधन उपलब्ध आहे. त्याने **दमनकिमान** ठरवता येते. एका लहान क्षेत्रातील अनेक ठिकाणे अशी तपासली असता कळून येते की ते पाठीच्या मध्यरेषेत सर्वांहून अधिक असते. यावरून असे म्हणावे लागते की या ठिकाणी प्रस्तुत प्रकारची संवेदिता[1] सर्वाहून अल्प असते. याच्या तुलनेने इतर क्षेत्रातील संवेदिता समजून येतात त्या अशाः—

उदराची मधली पट्टी	१·०६	पावलाची पाठ	३·३८
वक्षोदेश—मध्य पट्टी	१·३९	मनगट—प्रदेश (हस्तप्रबाहुसंधि—प्रदेश)	३·८०
वक्षः पार्श्वदेश	१·७९	वरची पापणी	७·१६
खांद्याचा पुरोभाग	३·०१	कपाळ (भालदेश)	७·५४

1 Sensitivity.

परिस्थितीप्रमाणे संवेदिता बदलते. तपमान वाढल्याने संवेदिता वाढते. उलट ते कमी झाल्याने ती उणावते.

विशिष्ट संवेदन उत्पन्न होण्याला विशिष्ट चेतकाचीच आवश्यकता असते. अशा चेतकाला सुयोग्य (पर्याप्त) चेतक[1] म्हणतात. सुयोग्य चेतक जे संवेदन उत्पन्न करतो त्यात वाढ होण्याला त्या चेतकाचे मान वाढवावे लागते. संवेदनात किमान वाढ होण्यास चेतकात जी किमान वाढ करावी लागते ते त्या संवेदनेचे **भेदात्मक-किमान**[2] म्हणतात. समजा हातावर २० ग्राम वजन घेतले आणि त्यात दशांश ग्राम वाढ करीत गेलो तर वाढ १ ग्राम होईपर्यंत ती कळून आली नाही, एक ग्राम वाढ मात्र कळून आली तर १ हे वाढीचे किमान झाले. यात मोठी वाढ कळून येते हे साहजिकच आहे. पण याच क्रमात २० चे २२ कळून येतात तसे २१ चे २२ केलेले कळून येत नाहीत. २१ त निदान १.०५ ची तरी भर घालावी लागते. येथे पहिल्या भाराच्या $\frac{१}{२०}$ भर पडली पाहिजे असा नियम निघतो. २०० ग्राम वर १० ची भर घालावी लागते. ४०० त २० ची भर घालावी लागते. हे भेदात्मककिमान मागसागणिक थोडथोडे निराळे निघते इतकेच नव्हे तर, अत्यल्प भार आणि अति मोठा भार असताना हे गुणोत्तर[3] टिकून रहात नाही. 1 Adequate stimulus. 2 Differential thresh hold. 3 Ratio.

उष्ण व शीत या संवेदनाविषयी पाहता त्यांचा सह्य प्रांतच पुष्कळ लहान असतो. त्यातील भेदात्मक किमान ०.५° ते ०.७° असल्याचे समजते. आघात, रसयोग, किंवा वीजयोग, यांनीही ही संवेदने उत्पन्न होऊ शकतात. पण हे चेतक या कामी सुयोग्य नव्हत, अयोग्य[1] (अपर्याप्त) आहेत, हे उघड आहे. भेदात्मक किमानाचा अल्पतम अंक २७° तपमान असताना आढळतो. याच समयी शीत संवेदिता उत्तम असते असे म्हणावयाचे. हातापायापेक्षा कबंधाच्या **त्वचेची संवेदिता** अधिक असते. भुजचरणामधेही नेदीय भागांपेक्षा दवीय भागांची संवेदिता अधिक असते. चेतक लागू होण्याचे क्षेत्र मोठे असले तर संवेदिताही अधिक होते. ४०° तपमानाच्या पाण्यात नुसते एकादे बोट बुडवले आणि ३७° तपमानाच्या पाण्यात सबंध हात बुडवला तर हाताला अधिक तापलेपणा वाटतो. ४५° च्या वर तपमान असले तर वेदनाच होतात. 1. Inadequate.

वेदना उत्पन्न होणे ही एकादी परिस्थिती असह्य झाल्याचेच चिन्ह असते. **वेदनांमुळे कित्येक अंतरिंद्रियांच्या व्यापारात चलबिचल** होते ती परावर्तनरूप असते. रक्तात शर्करा वाढते, अधिवृक्कीन स्यंद वाढून रक्तदमन वाढते, रक्ताची

आळण्याची प्रवृत्ती वाढते, पिहितप्रपिंडाचे स्यंद वाढतात आणि त्यामुळे अनेक घालमिली होण्याचा संभव असतो. वेदनांचाही अतिरेक होतो तेव्हा चैतनव्यूहात बरीच खळबळ होते. हृदयाचे व्यापार मंदावतात, रक्तदाब उतरतो, तपमाननियमन बिघडते आणि श्वसन थांबण्याचाही संभव असतो. वेदनांचे परावर्तन म्हणून किंचाळणे, पीडित भाग आखडून घेणे, इत्यादि गोष्टी आरंभालाच घडतात. या सर्व गोष्टी इच्छाप्रेरणेने थोड्याबहुत आवरता येतात, पण ती गोष्ट फार प्रयासाची असते. सामान्य माणसाच्या आटोक्यात नसते.

हेड नामक एक ब्रिटिश शारीरविज्ञानी होता. त्याने त्वक्संवेदनासंबंधी स्वतःवर एक प्रयोग केला. त्याने आपल्या प्रबाहूतून हाताच्या त्वचेस जाणारी अरीय चेतनीची शाखा तोडून टाकली. नंतर चेतनीचे तंतू पुनः उगवत असताना संवेदना कशा उत्पन्न होतात त्या अनुभवाचे टिपण त्याने करून ठेवले. त्यावरून त्याने असे प्रतिपादन केले की, प्रथमतः वेदनासंवेदिता उत्पन्न होते तेव्हा स्थानासंबंधी ज्ञान अगदी ढोबळ असते, त्याचप्रमाणे उष्णतेचे ज्ञान उद्भवते तेही ढोबळ असते; त्यानंतर काही दिवसांनी बारकाईचे परिस्पर्शसंवेदन आणि उष्णसंवेदन उत्पन्न होते. यावरून हेड याचे म्हणणे असे की, **पूर्वोद्भव**[1] अस्पष्ट आणि **उत्तरोद्भव**[2] स्पष्ट अशी दोन **पृथक्संवेदने** शरीरात उत्पन्न होत असून त्यांचे एकमेकींवर सतत परिणाम होत असतात. उत्तरोद्भव संवेदन पूर्वोद्भव संवेदनापेक्षा बलवत्तर असते. हेड याचे प्रयोग प्रसिद्ध झाल्यानंतर पुष्कळांनी तेच स्वतःवर करून पाहिले काहींना त्याचे प्रत्यंतर मिळाले, काहींना मिळाले नाही.

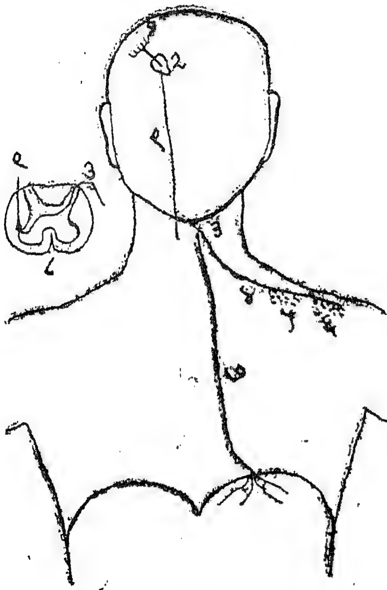
1. Protopathic. 2. Epicritic.

बहिरायापकांपैकी त्वचेतील आयापकांचा विचार झाला. आता **अंतरायापकांचा विचार** करू. अंतरायापक अंतरिंद्रियात ठिकठिकाणी गोवलेले असतात. तेही चेतन्यांच्या द्वारा कशा आणि मेंदू यांस जोडलेले असतात. अंतरायापकांनी मिळणारी संवेदने अमूक एका नेमक्या ठिकाणी उद्भवली असे समजून येत नाही. त्याचा उगम टिंबाने दर्शविता येत नाही, विस्तृत बिंबाने दर्शवावा लागतो. तहान, भूक, मलमूत्र-उत्सर्जनाचा आवेग ही अंतरायापकातून मिळणारी संवेदने[1] घसा, जठर, गुद बस्ती इत्यादी इंद्रियात उद्भवतात, इतपतच स्थानविनिश्चय ढोबळ रीतीने करता येतो. बाह्य आयापकाप्रमाणे अंतरायापकातही बहुस्तरगुलिका, लांबट गोल, मुक्त चैतनाग्रे असे प्रकार प्राशनी तटात आणि रक्तवाहिनीतटात आढळलेले आहेत. या अंतरायापकांपैकी रसायापक[1] आणि यामिकायापक[2] यांचा विशेष उपयोग श्वसन प्रकरणी सांगितला आहे. रासायनिक घटनेने ज्याना

चेतना मिळते ते रसायापक आणि आघात दाब सरकासरक इत्यादिकांनी ज्यांना चेतना मिळते ते यामिकायापक होत. त्यांपैकी दाबासंबंधी विशेष चेतना घेणारे आयापक असतात त्यांना दमनायापक[3] असे म्हणतात. याशिवाय तर्षणाने चेतना घेणारे तर्षायापक[4] आणि उष्णशीताने चेतना घेणारे उष्णशीतायापक[5] अंतरिंद्रियात असतात.

1 Chemoreceptors. 2 Mechanoreceptors. 3 Baroreceptors. 4 Osmoreceptors. 5 Thermoreceptors.

त्वचा कापल्या टोचल्याने वेदना होतात. त्यांचे निवारण करण्याकरता त्वचेखाली औषध पसरून ती कापून बाजूस सारून वक्षोदेश किंवा उदर यातील इंद्रियावर शस्त्र चालवण्याचे प्रसंग उपचारकावर येतात. तेव्हा असे आढळते की या इंद्रियास वेदना होत नाहीत. विशेष आश्चर्य असे की मेंदू व कशा यासही वेदना होत नाहीत. वेदनायापक अवयव या इंद्रियात नसतात असे यावरून सिद्ध होते. असे असले तरी अंतरिंद्रियात व्याधी उत्पन्न झाले असता दुखणे जाणवते. पुष्कळ प्रसंगी हे दुखणे छातीत, पोटात आहे असे संदिग्ध संवेदन असून त्या बरोबरच वेदना होतात त्या, त्या त्या कोठचाच्या तटातील काही भागात जाणवतात. खांद्यावर खवाटचावर अशाही ठिकाणी त्या जाणवतात. महापटलाच्या डाव्या भागात व्याधी असल्यास खांदा व खवाटा यात वेदना जाणवतात. हृदयास व्याधी जडला असतानाही असेच होते. जठरात क्षत पडले असता, वक्षस्थ



आ० ३८·५ अंतरित वेदनानिकाश. १ छाल. २ स्थली ३ अंतर्मुख चेतनी, ४, ५, ६ इत्यादी ठिकाणाहून चेतना आणणारी. ७ महापटलगत चेतनी. ८ कशा (ग्रैव ४) ९ स्थलीकडे जाणारा चेतनामार्ग. चेतना ७ मार्गे आल्या तरी ४, ५, ६ तून आल्यासारख्या भासतात,

सहावी व सातवी चेतनी ज्या त्वचेत पसरते त्या त्वचेत वेदना जाणवतात. यासंबंधी उपपत्ती लागते ती अशी : महापटल व हृदय यातील आयापक तंतू ग्रैव चवथ्या चेतनीशी जुडलेले असून त्याच चेतनीचा विन्यास खांद्याखवाटयात होतो. जठरातील आयापकांचा असाच संबंध वक्षस्य सहाव्या सातव्या चेतनीशी असतो. कशेतील चित्तिकामधे हे चेतनासंक्रमण घडते. या रीतीने जाणवणाऱ्या वेदनास **अंतरित वेदना**[1] म्हणतात.

1 Referred pain.

आयापकातून निघणारे **चैतन तंतू** कसे कसे **मेंदूपर्यंत** पोचतात ते आता पाहणे आहे. संस्पर्शायापक तंतू कशेच्या पश्चभागातील कील-कीलकवृंदात सामील होतात. किंबहुना प्रस्तुत तंतूंचे हे वृंद बनलेले असतात, असे म्हणणे अधिक योग्य आहे. या दोन वृंदामधे एक पातळ पडदा असतो. उपत्रिकीय, त्रिकीय, कटीय व अधर वक्षस्य भागातून वर जाणारे तंतू मिळून कीलक वृंद बनलेला असतो. मध्यवक्षस्य प्रदेशात कीलवृंदात जाणारे तंतू सुरू होतात. तेथून वरच्या भागातून निघणारे तंतू सुरू होतात. तेथून वरच्या भागातून निघणारे तंतू मिळून कीलवृंद बनलेला असतो. खालच्या भागात हा वृंद नसतो. या दोन्ही वृंदातील तंतू ज्या पेशिकाबुंधातून निघतात ती बुंधे पश्च कशीय पुंजका असतात. त्यातूनच एक फाटा अग्रेंद्रियाकडे जातो आणि दुसरा या वृंदात सामील होतो. या वृंदातील तंतूना जाड जाड चिन्मेदोवेष्टणे असतात. स्वतः कीलकामधील तंतूपेक्षा कीलातील तंतू अधिक जाड असतात. सर्व तंतू सरळ वर कीलक-कील मर्मापर्यंत जातात. तेथे त्या मर्मातील पेशिकाबुंधाशी त्याचा संपर्क घडतो. या मार्गातील दुसरे तंतू त्या मर्मात उगम पावतात. या दुसऱ्या दुव्यातील बहुतेक तंतू मध्यवर्ती धूसरांगास वळसा घालून वर स्थलीच्या पुरोभागातील मर्मापर्यंत जातात. वळसा घालून ते मागून पुढे जातात इतकेच नव्हे तर, डावे उजवीकडे व उजवे डावीकडे असेही जातात. दुसऱ्या दुव्यातील उरलेले तंतू थोडेसेच असतात ते मागे मस्तिकापर्यंत जातात (प्र. १४ आ० २) या दोन वृंदात केवळ संस्पर्शतंतूच असतात असे नाही तर मासातन निघणारे अंतरायापक तंतूही असतात. यामधे संस्पर्शापैकी वेदनायापक तंतू मात्र नसतात.

वेदना आणि **शीतोष्णायापक तंतू** कशेच्या पश्चांगाच्या धूसर भागात जातात. तेथील पेशिकाबुंधातून निघणारे तंतू हे या मार्गातील दुसरे दुवे होत. हे तंतू प्राक् संयोजिकेतून डावी उजवी बदलतात. नंतर त्याचेच अपमध्य कशास्थलीय वृंद तयार होतात. हे तंतू मस्तुकात गेल्यावर प्राक् कशास्थलीय तंतूसमवेत कशीय

स्वल्पवृंद या नावाने स्थलीच्या अपमध्य मर्मापर्यंत जातात. कशीय चेतन्यातील वेदना व शीतोष्ण वाहणारे तंतू असतात त्यांचे चिन्मेदोवेष्टण अगदी पातळ असते. काहींना असे वेष्टण नसते देखील.

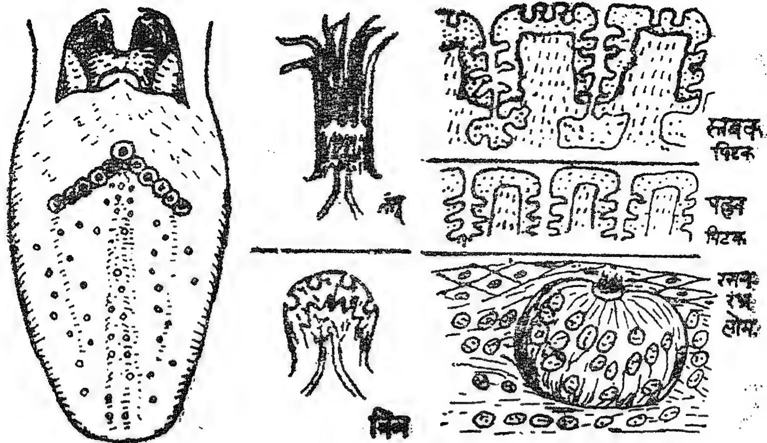
स्थलीमर्मातून **अंतर्मुख चेतना** वाहणारे तंतू **मस्तक छालीतील संवेदक क्षेत्रापर्यंत** जातात. या क्षेत्रात वेदनायापक पोचतात की नाही याविषयी निश्चय नाही. मानवावर ज्या थोड्या प्रसंगी मेंदू उघडा करून वीजेचे चेतक लावता आले त्याप्रसंगी तेथे परिस्पर्श आणि शीतोष्णसंवेदन उत्पन्न झाल्याचा अनुभव आलेला आहे, पण वेदनांचा अनुभव आलेला नाही. वेदनाक्षेत्र मेंदूच्या छालीत कोठेतरी असले पाहिजे याविषयी शंका नाही; कारण त्यास अनुलक्षून संवर्तन घडविता येते, असा अनुभव आलेला आहे.

अंतरायापकांचा संबंध कारुणिक व्यूहाशी असतो हे पूर्वीच सांगितले आहे.

रसना

पाच ज्ञानेंद्रियांपैकी **जीभ** हे एक ज्ञानेंद्रिय आहे. जिभेला **रसना** म्हणतात. जिभेने होणाऱ्या विशेष ज्ञानास रसज्ञान म्हणतात. कारण ते ज्ञान रस म्हणजे द्रव या स्वरूपाच्या पदार्थाच्या योगानेच उत्पन्न होते. साखरेचा दाणा द्रव नसतो स्थायू असतो. तरी आपणास त्याची गोडी समजते हे खरे पण जिभेवर टाकल्या-नंतर साखर लाळेत विरघळल्यावरच ही चव कळते. लाळ हे द्रव आपल्या तोंडात स्वभावतः असतेच. तोंडात काही स्थायू द्रव्य आल्यास, किंबहुना पाण्याहून वेगळे द्रवद्रव्यही आल्यास किंवा एकादे वायुद्रव्य आले तरीही पातळशी लाळ भराभर स्रवून त्यात ते द्रव्य थोडेबहुत विरघळते. त्या विरघळाची रुची आपणास समजते. तोंडाला काही विकाराने कोरड पडते तेव्हा चव कमी होते. तोंडाची कोरड घालवावयाची असली म्हणजे, एकादा विरघळाऊ पदार्थ तोंडात धरल्याने तोंडाला पाणी सुटते असा अनुभव येतो. शुद्ध पाण्यास रुची नसते. काचेच्या भांड्यात ठेवलेल्या पाण्यास रुची असते ती त्यात विरघळलेल्या काचेच्या अंशाची असते.

त्वचेत स्पर्शायापक अग्रेंद्रिये असतात तशी ती तोंडाच्या आस्तरात असतात. अर्थात् जिभेतही असतात. तथापि **जिभेच्या पाठीवर** रुचिसंवेदनयोग्य **विशिष्ट अग्रेंद्रिये** असतात त्यातली काही नुसत्या डोळ्यांनी देखील दिसतात. जिभेच्या पृष्ठेच्या मागल्या अंगाला डाव्या–उजव्यात एक कोन करणाऱ्या दोन रांगात उंचट चकत्या दिसतात. भिंगाच्या साहाय्याने पाहता प्रत्येक चकतीच्या भोवती एकेक परिखा (चर) दिसून येते. म्हणून त्यास परिबिंबे[1] असे नाव दिले आहे. जिव्हापृष्ठावर त्याहून लहान बिंबे विखुरलेली दिसतात ती केवळ बिंबे[2] होत.



आ० ३८·६ डाव्या भागात जीभ आणि घसा. जिभेवर परिबिंबे, बिंबे, तंतुपुंज आणि पल्लव-पिटक आहेत ते शेजारी मोठे करून दाखविले आहेत. पिटकांच्या काठाशी खाचा आहेत तीच मुकुले होत. घशात पडजीभ, गिलाय आणि गळढापण दिसत आहे.

आणखी एक प्रकार आहे तो तंतुपुंजांचा. हे तंतुपुंज[3] बिंबापेक्षा विपुल असतात. हे तीनही प्रकार भोवतालच्या आस्तरापेक्षा उंचट असतात म्हणून त्या सर्वांना पिटके म्हणतात. बिंबापेक्षा चपटे व ठेंगणे पिटक असतात त्यांचा आणखी एक प्रकार असतो त्याला पल्लव-पिटक[4] म्हणतात.

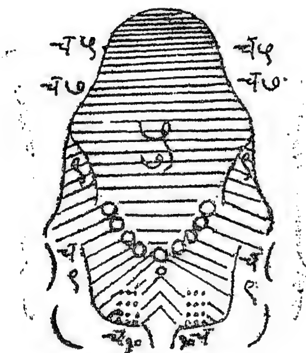
1 Circumvallate. 2 Fungiform. 3 Filiform.
4 Foliate. papillae.

आता सांगितलेली चार प्रकारची अग्रेंद्रिये जिभेच्या पृष्ठेवर परिबिंबा-पासून पुढील भागात असतात. पण खरी रसायापके सूक्ष्म असतात ती नुसत्या डोळ्यांनी दिसत नाहीत, भिंगाच्या साहाय्यांनी मात्र दिसतात. त्यांना **रुचि-मुकुले**[1] म्हणतात. ती जिभेच्या सर्वांगभर असून शिवाय गळढापण, घसा व मृदुतालू, यांचे आस्तर, यातही असतात. मुकुल म्हणजे कळी. आकृतीवरून हे नाव दिले आहे. या कळीच्या अग्रभागी तंतू असून त्यांच्या वेढचात एक भोक असते. कळीच्या तळाशी चैतन तंतूंची अग्रे असतात. कळीच्या अंतरंगातील पेशिका लाटण्यासारखी लांबट दुटोकी असतात. कळीच्या बाह्यांगातील पेशिका

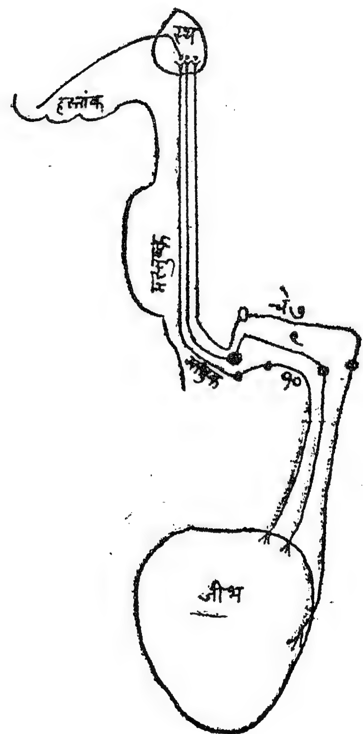
शिक्याच्या पट्ट्यासारख्या असतात त्यांना शिक्य[2] म्हणतात. अंतरंगातील पेशिक रुचिग्राही[3] असतात. पिटकांच्या त्वचेत रुचिमुकुले असतात.

1 Tastebuds. 2 Sustentacular. 3 Gustatory.

रुचिमुकुलांना मिळणारे चैतनतंतू करोटीय ७ वी, ९ वी व १० वी या ती चेतन्यात समाविष्ट असतात. याशिवाय ५ व्या करोटीय चेतनीचेही तं जिभेत पसरलेले असतात. पण त्यातून सामान्य स्पर्शचेतना वाहतात. या तंतूं उगम त्या त्या चेतनीवर मेंदूजवळ जे पुंजक असतात त्यातील पेशिकाबुंधातू निघतात. याच पेशिकांचे मेंदूकडे जाणारे तंतू मस्तुकातील त्यांच्या मर्मापर्यं



आ० ३८·७ जिभेत चैतन-तंतुविन्यास. च चेतनी.



आ० ३८·८ रुचिचेतनांचे मेंदूपर्यंत माग
स्थ स्थली. चे चेतनी.

जातात. मस्तुकातून रुचिवाहक तंतू मध्यरेषा ओलांडून पलीकडील स्थलीत जातात. तेथून तिसरे तंतू निघून मस्तकसालीच्या रुचिमर्मापर्यंत जातात. रुचिमर्म कोठे आहे यासंबंधी मतभेद आहे. मस्तकाच्या पार्श्वभागावर संवेदनाक्षेत्र आहे. त्याचे खालचे टोक आत वळून खोलात जाते. या सुमारास तीन गिरिका जवळ जवळ येऊन मध्यंतरी एक भाग खोल दडून जातो. त्यास **संगुप्तखंड** म्हणतात. त्याच्या सालीत रुचिमर्म असते असे काही ग्रंथकार[1] म्हणतात. रुचिमर्म हस्तांक-गिरिकेत आहे असे काही ग्रंथकारांचे[2] म्हणणे आहे. जिभेच्या पृष्ठेवरील व त्या शेजारील चैतनतंतूंचा विन्यास शेजारच्या आकृतीत दाखविला आहे. परिबिंबांच्या पुढील भागातील सामान्य स्पर्शचेतन्या पाचव्या चेतनीतून आणि त्यांच्या मागील भागातील नवव्या चेतनीतून वाहतात. जिव्हा व गळढापण यांच्या सांध्यातला काही भाग यात दहावीचे तंतू आहेत ते रुचिसंवेदना वाहतात. परिबिंबांच्या मागे इतरत्र नववीचे आणि पुढे सातवीचे तंतू रुचिसंवेदना वाहतात.

1 Houssay. 2 Bykov. 3 Chatterjee.

रुचिमुकुले जरी सर्वत्र एकाच स्वरूपाची असली तरी **चवी चार** प्रकारच्या आहेत. खारट, अंबट, गोड व कडू, असे ते चार प्रकार होत. तिखट व तुरट (कषाय) असे आणखी दोन रुचिप्रकार सांगतात परंतु ते रुचीचे प्रकार नव्हत असेच म्हणावे लागते. कषायाच्या योगाने स्राव कमी होतात असे झाल्याने रुचिमुकुले निष्क्रिय होतात. असे झाल्यामुळे चवीत फरक पडतो ती विकृती गणली पाहिजे. ज्याला तिखट पदार्थ म्हणतात त्याचा सामान्य स्पर्शेंद्रियाशी संपर्क घडल्याने देखील तिखटपणा अनुभवास येतो. तिखटपणा म्हणजे आग जळजळाट असेच सामान्यतः अनुभवास येते. तेव्हा तिखट पदार्थ म्हणजे सामान्य स्पर्शाच्या इंद्रियांनाच अतिरिक्त किंवा असह्य चेतना देणारे पदार्थ असे म्हणावे लागते. जिभेवर या संवेदनाचे किमान बरेच कमी असते इतकेच. जे तिखट बोटांना झोंबत नाही ते जिभेला झोंबते. तथापि असा फरक पडण्याचे एक उघड कारण असे आहे की, जिभेवर स्राव असल्याने तिखट आत भिनण्याची विशेष सोय आहे तशी बोटावर नाही. बोटावर देखील तिखट पातळ करून आत घुसवले तर ते झोंबते. जिभेवर रुचिमुकुले उघडी असून त्यांचे केसल वरती निघालेले असतात. त्वचेवर स्पर्शमुकुले आत दडलेली असतात. त्यांना चेतना मिळावयाची ती साक्षात नाही, परोक्षपणे वरच्या पेशिकाथरांच्या मध्यस्थीने पोचते. स्पर्श व रसन यात हा भेद आहे.

तिखट सोसण्यासंबंधात माणसामाणसात भेद फार असतो. युरोपीय माणसांन तिखट मुळीच सोसत नाही. चिवडा चुकून खाताक्षणीच डोळ्याला पाणी येऊ डोके सुन्न होईपर्यंत वेदनांची मजल गेल्याची उदाहरणे आहेत. असा चिवड आपले लोक आवडीने खातात. आपल्याकडेही कमी अधीक तिखट सोसणारे लो आहेत. एकाला जे सपक ते दुसऱ्याला तिखट लागतें. तिखटपणाचे एकाचे किमा दुसऱ्याच्यापेक्षा अधिक असतें. हा किमानभेद काही अंशी स्वाभाविक असतो त काही अंशी संपादित असतो, म्हणजे सवयीने चढवलेला किंवा उतरवलेला असत अशाच तऱ्हेचा **किमानाचा चढउतार** इतर रुचींच्या बाबतीतही आढळतो. तथा हे भेद तिखटासंबंधी आढळणाऱ्या भेदा इतके नसतात, पुष्कळ कमी असतात.

मिठाची चव ती **खारट** किंवा लवण होय. रसायनदृष्टचा मीठ हे NaC होय. NaBr, NaI, $Na_२ SO_४$, $Na NO_३$ या सर्व लवणांची चव खार असते. Rb Br केवळ कडूच असतें. Na, Li, $NH_४$, यांची लवणे खारट कडवट असतात. Ca, Mg, Rb, Co, यांची लवणे निवळ कडू लागतात बहुतेक लोकांचे लवण रुचिकिमान ०.०८७ टक्का विद्रवाच्या इतके असते. तथा ते ०.०२ इतके कमी असणारेही काही लोक आढळतात, त्यांचीही चव विशे तीक्ष्ण असते, असे म्हटले पाहिजे.

अंबट द्रव्ये पुष्कळ आहेत, काही कार्बनी आहेत काही अकार्बनी आहेत. सर्वात H° हा घटक सामान्य असतो. अम्ल द्रव्यांचे विरघळे करून त्यातील सब द्रव्यांची संहती लक्षात घेता कार्बनी अम्लांचे रुचिकिमान अकार्बनी अम्लांच्यापेक्ष अधिक असल्याचे आढळते. HCl चे ०.००१२५ निष्ठ असते तर अशीतिक अम्ला ०.००५ निष्ठ असते. निष्ठ म्हणजे १००० CC. त एक रैणवभार द्रव्य असणा H° हेच अम्लत्वाचे प्रमुख लक्षण आहे. हे लक्षात घेता या घटकाच्याच संहती मोजणी करणे अधिक योग्य आहे. समनिष्ठ विद्रवात अशीतिकाम्लाच्या पेक्ष हराम्लाच्या विद्रवात ४.५ पट H° असतात म्हणून H° च्या संहतीच्या दृष्टी त्याचे गुणोत्तर १२५×४.५ : ५०० म्हणजे ५६२.५ : ५०० असे म्हणजे जव जवळ १ : १ असेच ठरते. तारतम्य आहे ते अकार्बनीपेक्षा कार्बनीचेच रुचिकिमा कमी आहे असे दर्शवणारे आहे. हा भेद अगदी थोडा आहे. तथापि त्यावरून अनुमा काढावयाचे तर इतकेच निघते की, अम्लातील ऋणदलाचाही रुचीशी थोडा संबंध असावा, किंवा धनऋणदले ज्यातून निघतात त्या रेणूंचाही संबंध असावा. रेणू ओषट द्रव्यात विरघळून रुचिमुकुलात प्रवेश करीत असावेत असा तर्क आहे

साखरेची गोडी ती **स्वादु** किंवा गोड चव होय. ऊससाखर हे नमुन्याचे गोड द्रव्य आहे. तिच्या तुलनेने इतर द्रव्यांची गोडी सांगता येते ती अशी :– घृतोल व द्राक्षशर्करा ०·७३, उपदुग्धजा ०·७३ धान्यशर्करा ०·३२, दुग्धशर्करा ०·१६; फलशर्करा १·७३, डल्सीन (सूक्रोल) २६५, साकरीन ६७५. या तुलनेचा अर्थ असा की, एक ग्राम ऊससाखरेने १०० ग्राम पाण्यास जी गोडी येते ती येण्यास एक ग्राम घृतोल किंवा द्राक्षशर्करा ७३ ग्राम पाण्यात विरघळणे पुरे. तसेच उपदुग्धजा किंवा धान्यशर्करा एकेक ग्राम घेऊन ३२ ग्राम पाण्यात किंवा एक ग्राम दुग्धशर्करा १६ ग्राम पाण्यात विरघळली की पुरे. दुसऱ्या पक्षी एक ग्राम फलशर्करा १७३ ग्राम पाण्यात किंवा एक ग्राम डल्सीन २६५०० ग्राम पाण्यात किंवा साकरीन ६७५०० ग्राम पाण्यात घालावे लागेल. गोडी अधिक त्या मानाने रुचिकिमान लहान असे आहे. ऊससाखरेचे रुचिकिमान शंभरी ०.४ असे आहे तर फलशर्करेचे ०.२६ असे आहे. या तुलनेवरून दिसून येते की **गोडी व रासायनिक घटना यांचा साक्षात् संबंध नाही.**

काही द्रव्ये **कडू** असतात, उदाहरणार्थ क्विनीन. याचे रुचिकिमान ०.००१६ टक्का आहे. कुचल्यातील कडू द्रव्य क्विनीनाच्या तिप्पट कडू आहे. Ca. Mg. Rb. Cs यांची लवणेही कडू असतात. त्यांच्या चवीत खारट अंश अर्थात् असतोच. काही द्रव्यांची चव गोड व कडू अशीही असते. स्वादु अम्ल व कडू अशा तिहींचे मिश्रण ज्यांच्या चवीत आहे अशीही द्रव्ये आहेत. शुद्ध पाणी बेचव असते पण नदीच्या पाण्यात हवा आणि लवणे विरघळलेली असतात त्यामुळे त्यांस रुची येते. रुचिमुकुलांच्या रूपात भेद नसताना रुचीत भेद असतो, यावरून मुकुल-पेशिकांच्या रासायनिक घटनेत भेद असावा असा तर्क आहे. निरनिराळ्या चवी निरनिराळ्या मुकुलांच्या द्वारा कळतात याविषयी शंका नाही. कारण कोकेन् फासन संवेदना नाहीशा केल्या असता प्रथमतः वेदनासंवेदिता नाहीशी होते, नंतर कडू, नंतर स्वादु, नंतर लवण आणि नंतर अम्लसंवेदिता नाहीशी होते. सरते शेवटी परिस्पर्शसंवेदिताही नाहीशी होते. अशाच प्रयोगावरून कळून येते की, निरनिराळ्या **रुचींची क्षेत्रे** निरनिराळी असतात. जिभेचा शेंडा हे गोडीचे विशेष क्षेत्र आहे. जिभेचे मूळ किंवा मागला भाग हे कडूपणाचे क्षेत्र आहे. जिभेचा डावा उजवा काठ हे अम्लत्वाचे क्षेत्र असून जिभेचा शेंडा आणि डाव्या उजव्या काठांचे पुढचे भाग ही लवणत्वाची क्षेत्रे आहेत.

एकच चव जिभेवर बराच वेळ राहिल्याने **जिभेस थकवा** येतो. साखर प्रथम जितकी गोड लागते तितकी ती काही वेळाने लागेनाशी होते. आणखी काही वेळाने तिचा वीटच येतो. त्याचबरोबर इतर चवी असणाऱ्या पदार्थाविषयी हव्यास उत्पन्न होतो. गोडामागून अंबट पदार्थ घेतला तर अंबटाचे किमान वाढते.

अंबटामागून गोड पदार्थ घेतला तर गोडाचे किमान वाढते. गोडामागून कडू पदार्थ घेतला तर कडूचे किमान कमी होते आणि कडूमागून गोड पदार्थ घेतला तर गोडाचे किमान कमी होते. लेमोनेडमध्ये गोड व अंबट यांचे मधुर मीलन केलेले आढळते. प्रथम विरळ अल्क विद्रव घेतले आणि मग वाफेचे पाणी घेतले तर ते गोड लागते. जिभेवर घेतलेल्या पदार्थाला वास असल्यास त्याने त्याच्या चवीवर बराच परिणाम होतो. परिणाम घ्राणेंद्रियावर झाला की रसनेवर झाला हे ज्याचे त्याला समजत नाही. कोकेन लावून एक इंद्रिय बधिर केले म्हणजे दुसऱ्यावरील परिणाम कळून येणे शक्य होते. नाक बधिर करून क्लोरोफॉर्म हुंगला तर तो गोड लागतो. हा चवीचा परिणाम अशा रीतीने कळून येतो. वायू नाकातून तोंडात किंवा तोंडातून नाकात सहजगत्या जातो.

एकंदर शरीरव्यापार सुरळीत चालण्याकरता **रुचिसंवेदनांचा** पुष्कळ **उपयोग** असतो. आहारात कोणती द्रव्ये असावीत कोणती नसावीत, हे मुख्यतः रुचीनेच आपोआप ठरते. स्वाभाविक अन्नांपैकी ग्राह्य कोणते अग्राह्य कोणते ते रुचीने बरोबर समजते. स्वभावसिद्ध रुचकर अन्न अपकारक नसते आणि अपकारी असते ते रुचकर नसते. अन्न किती घ्यावे हे देखील सहजगत्या रुचीने ठरते. भरपूर अन्नसेवन झाल्यावर त्याची रुची आपोआप जाते. अन्न पोटात गेल्यानंतर ते पचवण्याकरता जे स्राव सुटावे लागतात ते सुटण्यास रुचीच्याच परावृत्त चेतना उपयोगी पडतात. अन्नाच्या निवडीच्या बाबतीत मनुष्ये बहुशः आणि इतर प्राणी सर्वशः चव व वास यावर अवलंबून असतात.

रुचिसंवेदना उत्पन्न करणाऱ्या योग्य चेतकांचा विचार झाला आणि दोन अयोग्य चेतकांचाही विचार झाला. तिखट व तुरट पदार्थ हे **अयोग्य चेतक** होत. आणखी एक अयोग्य चेतक सांगण्यासारखा आहे तो म्हणजे विजेचा प्रवाह हा होय. धनाग्र जिभेवर लावले आणि ऋणाग्र दुसऱ्या एकाद्या शरीरभागास लावले तर अम्लसंवेदना उत्पन्न होते. उलट योजना केली तर अल्कधर्मी चव प्रत्ययास येते.

गंधसंवेदन

स्पर्शेंद्रिय आणि रसनेंद्रिय ही दोन इंद्रिये जवळच्या पदार्थांचे ज्ञान करून देतात. परंतु घ्राणेंद्रिय, श्रोत्र व नेत्र ही इंद्रिये दूरच्या पदार्थांचे ज्ञान करून देतात ती दूरव्यापक इंद्रिये होत. त्यातले श्रोत्र व नेत्र ही दोन इंद्रिये रचनेच्या दृष्टीने बरीच क्लिष्ट आहेत, पण घ्राणेंद्रिय पुष्कळ साधे आहे. **नाक (नासिका) हे घ्राणेंद्रिय** आहे. दूरच्या पदार्थाचा वास त्याने कळू शकतो

अशा पदार्थांतून वायुरेणू निघून हवेतून आपल्या नाकात जातात. तेथे जे संवेदन उत्पन्न होते ते गंधसंवेदन होय. अवघ्राण म्हणजे वास घेणे. घ्राणेंद्रिय म्हणजे वास घेण्याचे इंद्रिय. अव या उपसर्गाचा अर्थ खाली असा आहे. घ्राणेंद्रियाचे द्वार खाली असते त्यावरून हा उपसर्ग लावला असण्याचा संभव आहे. नाक ही श्वासाकरता हवा आत घेण्याची वाट आहे. नाकात ज्या चार कपाऱ्या आहेत त्यातली चवथी, जी सर्वात उंचावर आहे ती गंधग्राही आयापकांचे स्थान आहे. बाहेरून जी हवा नाकात येते तिचा बहुतांश खालच्या तीन कपाऱ्यातून थेट मागे घशात जातो. चवथी कपार (सापट) घशापेक्षा उंचावर असते तिच्यात हवा शिरते ती अगदीच मंदपणे. वास घेणे असेल तेव्हा आपण मुद्दाम मोठा श्वास घेऊन नाकपुड्या फुगवतो तेव्हा थोडीशी हवा वरच्या कपारीत शिरते. त्या हवेत गंधवंत रेणू असले म्हणजे गंधसंवेदना उत्पन्न होते. (प्र. १० पृ. २९२ पहा)

श्वास आत घेताना तो जोराचा असल्यास हवा वरच्या कपारीत शिरते तशी ती उच्छ्वास जोराचा केल्यासही वरच्या कपारीत शिरते. या वेळी तोंडात अन्न असल्यास त्यातून उधळणाऱ्या द्रव्यांचा वास समजतो. तोंडात घास घेतल्यानंतर जो त्याचा वास येतो तो अशा रीतीने येतो. ढेकर देताना जठरातून बाहेर येणाऱ्या हवेचाही वास, तसा काही असल्यास, येतो तो अशाच रीतीने येतो. अशा प्रसंगी नाकाच्या मागल्या द्वारातून हवा वर चढते. नाकामधे गंधवह चेतनीतंतू आहेतच पण सामान्य संवेदनाचे तंतूही आहेत. यांपैकी कोणत्याही तंतूना क्षोभ उत्पन्न करणारा वायुरेणू आत आला तर त्याच्या तीव्रतेनुसार परावर्तन घडते. हे परावर्तन श्वासाचा निरोध करणे म्हणजे तो रोखून धरणे, किंवा जोराचा उच्छ्वास करणे, अशा स्वरूपाचे असते. कांदा (पलांडू) फोडल्याबरोबर त्याचा जो दर्प येतो तो झोंबरा असतो, तो नाकासच काय पण डोळ्यासही झोंबतो. हा पाचव्या करोटीय चेतनीवरील परिणाम होय. कांदा खाल्ल्यानंतर सर्वांगातून घाण येते, घामातून येते, उच्छ्वासातूनही येते. तो खरा दुर्गंध होय. तो पहिल्या करोटीय चेतनीवरील परिणाम असतो. **अमोदाची झणझण** ही **पाचव्या चेतनीचीच** चेतावणी असते.

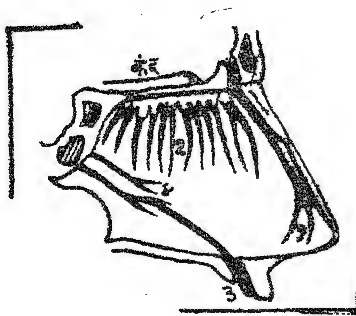
गंधचेतना उत्पन्न करण्याला हवेमधे फार थोडे गंधद्रव्य पुरते. तूप खवट झाले म्हणजे त्यातून अम्ल प्रकट होते ते एक लिटर हवेत एक लक्षांश ग्राम इतक थोडे असले तरी गंधचेतना उत्पन्न करते. ते सहा लक्षांश ग्राम असले म्हणजे तर चांगलीच घाण येते. कस्तूरीचा तर कोटयंशसुद्धा गंधोत्पादक असतो. त्याला आपण सुगंध म्हणतो. हा दाट केल्यास उग्रगंध वाटतो. पुष्कळशा सुगंधांची अशीच गत आहे.

विरळ असतानाच ते आल्हाददायक असतात. रुची काय किंवा गंध काय एकच एक प्रकारचे संवेदन बराच काळ होत राहिल्यास त्याची जाणीव कमी कमी होत जाते आणि काही वेळाने त्याचा वीटही येतो. सौम्य गंध चांगला असो वाईट असो काही वेळाने अंगवळणी पडतो. त्याच्या विशेष गुणाचा विसर पडतो. रुचिकिमानापेक्षा गंधकिमानासंबंधी व्यक्तिगत विविधता अधिक असते. हे तर झालेच पण आवडी निवडीतही पुष्कळ भेद असतो. कांद्याचा वास पुष्कळांना आवडतो पण काहींना मुळीच आवडत नाही. शेपूचा वास काहींना आवडतो, काहींना नावडतो.

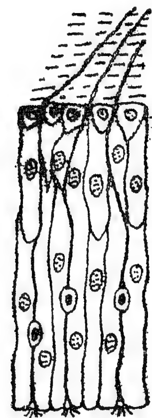
नाकाला रसना म्हणत नाहीत, नासिका म्हणतात. तरी नाकाने होणारे **गंधज्ञान हे रसज्ञानच** असते. नाक कोरडे पडले असता गंधज्ञान होत नाही. उलट नाकातील आस्तर कफलिप्त झाले असताही गंधज्ञान होत नाही.

अनेक प्रकारची गंधद्रव्ये एकाच वेळी गंधवाही चेतनीतंतूवर आल्यास त्यामुळे संमिश्र संवेदना उत्पन्न होतात. यासंबंधी नियम सांगण्यासारखे नाहीत. दूरायापकांपैकी हे साधेसीधे आयापक श्रोत्र व नेत्र यांच्या मानाने गौणत्व पावलेले आहे.

गंधवाही चेतनीतंतू नाकाच्या सर्वोच्च कपारीच्या आस्तरात असतात तसेच ते त्या समोरील अंतरायाच्या आस्तरात असतात. या आस्तरात गंधवाही

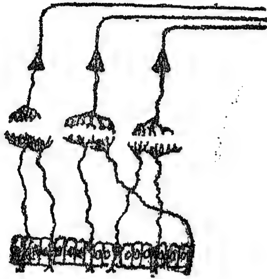


आ० ३८·९ नाकाच्या अंतरायाच्या उजव्या अंगाच्या चेतन्या १ प्राक् कारंड चे. २ गंधवाही चे. ३ दीर्घ मूर्धन्यतालव चे. ४ ऱ्हस्व मू. चे.

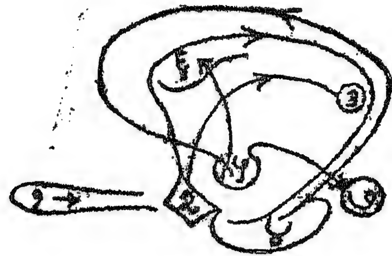


आ० ३८·१० गंधग्राही कफास्तराचा नकाशा. केसलवंत गंधवह तंतू. शेजारी आधारपेशिका.

तंतूच्या शेजारी आधारी पेशिका असतात. गंधवाही तंतू हीसुद्धा लांबलचक पेशिका असते. या पेशिकेच्या अग्रभागी बारीक बारीक केसल असतात. पृष्ठभागापासून थोड्याशा अंतरावर आत गोलसर प्रकल असते. तेथून आणखी आत चाळणीवजा हाडातील भोकातून वर करोटीतील अवघ्राणकंदात जातात. येथे तंतूच्या अंत्य शाखा असतात. तेथून मेंदूकडे जाणाऱ्या दुसऱ्या तंतूचा आरंभ होतो. त्या तंतूच्या शाखा असतात. दोनही तंतुशाखांचे संपर्क येथ घडतात. या शाखासंगमामुळे जी गाठ तयार होते तिला गुच्छक असे नाव दिले आहे. येथून निघणारे दुसरे तंतू अवघ्राणपथ म्हणून सांगितला त्याचे



आ० ३८·११ गंधमार्ग-निकाश खाली गंधग्राही केसल, मधे गुच्छक, वर मेंदूकडे जाणारे तंतू.



आ० ३८·१२ गंधमर्मनिकाश १ कंद. त्यामागे घ्राणपथ. २ पुरःस्थ विद्धांग ३ अपिस्थ ४ हस्तांक. ५ अंचला. ६ स्थलीतील प्राक् मर्म. ७ मस्तुवितान.

घटक होत. पंधराव्या प्रकरणात मेंदूचा तळ आणि संछदापर्यंत मेंदूचे उपमध्यांग यात अवघ्राणमेंदू म्हणून सांगितलेला आहे. अवघ्राणपथ हा त्याचा एक भाग आहे. शेजारच्या आकृतीत त्याचे सात भाग दाखविले आहेत. तेथेच चेतना वाहण्याच्या दिशाही बाणांनी दर्शविल्या आहेत. त्यात दाखविलेला चवथा भाग हस्तांकगिरिका हा आहे. हेच प्रस्तुत संवेदनाचे **छालीय स्थान** होय असे मानण्याचा प्रघात १९६० पर्यंत होता. हा समज यथातथ्य नाही असे अलीकडे तद्विदांचे मत झाले आहे. ली ग्रॅस क्लार्क यांच्या प्रयोगाच्या आधारे शेरिंगटन या शास्त्रविदाने म्हटले आहे की, अवघ्राणकंदाचे संबंध उदुंबरक्षेत्र, पुरःस्थ विद्धांगाशी सलग असलेला बदामीभाग आणि अवघ्राण–तुंगक, यापर्यंतच आहेत. प्रसिद्ध मान्यवर ग्रे–कृत शारीरग्रंथात अवघ्राणसंवेदनांचा संबंध हस्तांक आणि उपच्छद यांशी आहे हे विधान निराधार आहे, असे सांगितले आहे.

रुचिमर्म हस्तांगगिरिकेत आहे हे एक आणि तेच संगुप्तखंडात आहे, असे दुमत रुचीसंबंधी विवेचन करताना सांगितले आहे. पशूमध्ये गंधसंवेदना माणसापेक्षा पुष्कळ प्रगल्भ झालेल्या आढळतात. माणसामध्ये त्यांचा उत्कर्ष न होता ऱ्हास झाल्याचे दिसून येते. मेंदूमधील चेतनामार्गासंबंधी पुष्कळसे प्रयोग पशूवर झालेले आहेत. त्यातल्या त्यात ते ससा, मांजर, कुत्रे अशा पशूंवर झालेले असून माकड किंवा माणूस यात त्यांचा ताळा मिळणे दुरापास्त झाल्यामुळे हे **संशय** आणि **मतभेद** उत्पन्न झालेले आहेत.

प्रकरण ३९

श्रवण वदन व संस्थिती

दूरायापक इंद्रियांपैकी गंधज्ञानाच्या इंद्रियाचा विचार झाला. आता ध्वनिज्ञानाच्या इंद्रियांचा विचार करावयाचा आहे. श्रवण म्हणजे ध्वनिज्ञान होणे. श्रवणाचे इंद्रिय कान असे समजतात. पण बाहेरून दिसणारा कान हा त्या इंद्रियाचा केवळ एक भाग आहे. श्रवणाचे इंद्रिय ते श्रोत्र होय. त्याचे तीन भाग स्पष्ट असतात. त्यांपैकी कान हा एक भाग. श्रवणाचे **अग्रेंद्रिय** ते **अंतःश्रोत्र** होय. कर्णरूपी बाह्य श्रोत्र आणि अंतःश्रोत्र यांच्यामधे मध्यश्रोत्र असते. अंतःश्रोत्र सर्वांत महत्त्वाचे. त्यात श्रवणचेतनीची अग्रे असतात. त्यांना बाह्य श्रोत्रात येणाऱ्या वायुतरंगापासून चेतना मिळतात. या तरंगाविषयी आगाऊ थोडे विवेचन केले पाहिजे. श्रोत्रात होणाऱ्या संवेदनास ध्वनि म्हणतात. म्हणून प्रस्तुत वायुतरंगांनाही ध्वनितरंग म्हणतात. **तरंग** ही एक विशिष्ट नियमबद्ध चळवळ असते. वारा ही एक वायुरेणूंची चळवळच आहे. पण तिला तरंग[1] म्हणत नाहीत. वारा नसला तरी हवेतील वायुरेणू[2] हलत असतातच पण ती हालचाल सैरावैरा असते. तिला तरंग म्हणावयाचे नाही. ती ऐकू येत नाही पण वारा मोठा असला तर त्याचा सोसाटा ऐकू येतो. तेव्हा ध्वनी निघतो त्यात तरंग असतात पण ते वारा या चळवळीत मिसळलेले असतात. वाऱ्याचा आघात कानासच काय पण आपल्या सामान्य त्वचेसही जाणवतो. ध्वनितरंग हे सामान्य त्वचेस तसे जाणवत नाहीत. ते श्रोत्रास मात्र चांगले जाणवतात.

1. Wave. 2. Gas-molecule.

आपण आपल्या कंठातून ध्वनी उत्पन्न करू शकतो आणि बाहेर घंटा वाजवून किंवा तार छेडून ध्वनी उत्पन्न करू शकतो. कंठातून ध्वनी निघतो तोसुद्धा कंठातील वाक्तंतू छेडल्यानेच उत्पन्न होतो. घंटेचा घुमट किंवा तंबोऱ्याची तार किंवा कंठातले तंतू थरथरतात तेव्हा ते स्वतःच्या कंपनानुसार **हवेत कंपने** उत्पन्न करतात हे उघड आहे. ही कंपने हवेच्या मध्यस्थीनेच आपल्या कानात येऊन पोचतात. हवेच्या रेणूंना धक्के बसतात. सैरावैरा धावणाऱ्या रेणूंना व्यवस्थित चाल दिली जाते. सभोवती सर्व दिशास ते चाल करतात. पण ध्वनत्पदार्थापासून कोणताही रेणू आपल्या कानापर्यंत येऊन पोचतो असे नाही. तो शेजारच्याला धक्का देतो. तो दुसरा तिसऱ्याला धक्का देतो, तिसरा चवथ्याला देतो अशी परंपरा

आपल्या कानापर्यंत येते. ध्वनत् पदार्थापासून कानापर्यंतच्या रेषेत अडथळे नाहीत असे तूर्त समजू या. अशा प्रसंगी या रेषेतले रेणू केवळ मागे पुढे हालतात. प्रत्येक रेणूच्या या चलनाची कक्षा अतिशय लहान असते. रेणू जितका पुढे तितकाच मागे चळतो. म्हणून या **कक्षेचा अर्ध तो त्याच्या चालीचा पल्ला** असतो. अगदी क्षीण ध्वनी जो आपल्याला ऐकू येतो त्याला कारण असलेल्या रेणूंच्या चालीचा पल्ला[1] $१०^{-१०}$ cm. इतका लहान असतो.

1. Amplitude.

तरंगातील शेजारशेजारचे रेणू आपआपल्या कक्षेत चालीच्या क्रमाने वेगवेगळ्या अवस्थेत असतात. त्यामुळे समावस्थेतल्या जवळच्या दोन रेणूमध्ये ठराविक अंतर पडत जाते. या अंतरास **तरंगाचा आयाम** किंवा लांबी म्हणतात. ध्वनितरंगांचा **वेग** सेकंदास ३३० m असा असतो. (तपमानानुसार यात भेद होतात.) एका सेकंदात ध्वन्युत्पादक कंप जितके असतात तितके तरंग एवढ्या वेळात उत्पन्न होतात म्हणून या कंपनांची संख्या गुणिले तरंगायाम[1] हा गुणाकार ३३० असणार हे उघड आहे. यावरून तरंगायाम मोजण्याची युक्ती मिळते ती म्हणजे सेकंदागणिक कंप मोजणे ही होय. एकाद्या सूरकाटयाच्या साहाय्याने ही गणती करता येते. सेकंदागणिक कंपसंख्या म्हणजेच थोडक्यात कंप्रता[2]. मानवी कंठातून विविध कंप्रतेचे ध्वनी निघतात. **पुरुषी ध्वनीत** प्रधान कंप्रता १२५ च्या सुमारात आणि **स्त्रियांच्या ध्वनीत** ती २५० च्या सुमारात असते. २५० कंप्रतेच्या ध्वनीचा तरंगायाम एक मीटर यापेक्षा किंचित् अधिक असतो असे यावरून दिसून येते. आपण जे ध्वनी कानाने ऐकू शकतो त्यांची कंप्रता २० ते २०००० इतकी विविध असू शकते. म्हणजे त्या तरंगांचे आयाम १६.५ m पासून १६.५ m m पर्यंत असू शकतात असे म्हटले पाहिजे.

1 Wavelength. 2 Frequency कंपनत्वरा; कंपक्षिप्रता.

ध्वनी लहान मोठे असतात. मोठे जितक्या दूरवर ऐकू येतात तितक्या दूरवर लहान ऐकू येत नाहीत. **ध्वनिमहत्ता**[1] त्याच्या शक्तीच्या ओघावर अवलंबून आहे हे उघड आहे. ध्वनिशक्ती फार लहान असते, ही गोष्ट नभोवाणी ऐकणारास चांगली कळते. दिव्याच्या तुलनेने या श्रवणसाधनाला फारच थोडी शक्ती लागते, हे महिन्याच्या काठी या दोन साधनाकरता पैसे भरणारास चांगले समजते. एका ग्रंथकाराने असे लिहिले आहे की, एकादा माणूस जर रात्री नि दिवसा बडबडत राहिला तर त्याला जी शक्ती खर्च करावी लागेल तेवढ्या शक्तीने तो आपले स्वतःचे शरीर एकदाच क्षणभर पायाच्या चवड्यावर उचलून धरू शकेल.

(Knowlton p. 491) दुसऱ्या एका लेखकाने (Fletcher p. 70) म्हटले आहे की, दहा लाख जणांची भाषण–शक्ती एकवटावी तेव्हा एक साधा विजेचा फुगी-दिवा तेवेल. **ओज (वॅाट) हे शक्तित्वरेचे माप** आहे पण ते भाषण–शक्तीची त्वरा मोजण्याच्या कामी फार मोठे ठरते. म्हणून ओजलेश,[2] म्हणजे त्याचा दशलक्षांश, हे माप घेतात. भाषणशक्तित्वरा दहा पंधरा ओजलेश इतकी थोडी भरते. मनुष्य मोठ्याने ओरडला तर ही **शक्तता**[3] एक ओजलव[4] म्हणजे ओजसहस्रांश इतकी भरते. माणूस नुसता कुजबुजला तर ही शक्तता ओजलेशसहस्रांश इतकी उतरते. केवळ हळू बोलण्यात सुद्धा ती ओजलेशदशांश इतकी राहते. सामान्यतः १५ ओजलेश शक्तता प्रकट होते तेव्हा हवेतील वायुरेणूंच्या कंपनाचा पल्ला शंभरांश m m असतो. मोठी शक्ती मिळाली म्हणजे पल्ला मोठा होतो हे उघड आहे.

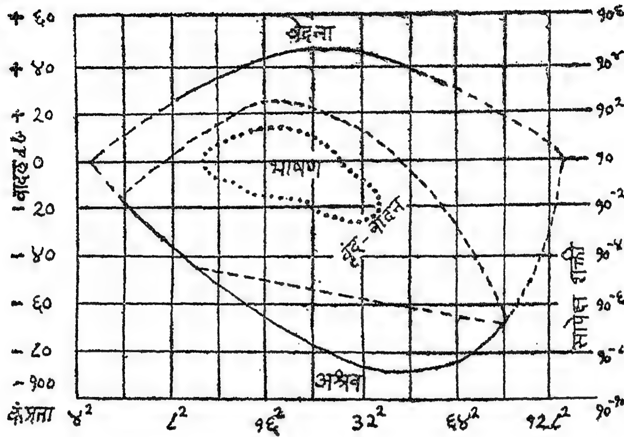
1 Sound-intensity. 2 Microwatt. 3 Power. 4 Mili watt.

श्रवणसंवेदन

श्रवणसंवेदन उत्पन्न करण्यास एक किमान ध्वनिमहत्ता लागत असते. ती कंप्रतेनुसार वेगवेगळी असते. या महत्तेचे माप करण्याकरता ज्या दिशेने ती वहात असेल त्या दिशेच्या काटकोनातील प्रतलाच्या एका चौरस cm. गणिक वाहणारी शक्ती हे माप घेतात. हा **शक्तीचा ओघ** ओजलेशाने मोजला जातो. हे माप १ असताना जी ध्वनिमहत्ता असते ती उपमान समजून तिच्या तुलनेने कोणतीही महत्ता सांगावी अशी एक मापनपद्धति आहे. भाषण करताना १० ओजलेश तोंडातून बाहेर पडतात. तोंडाची फट जर १० cm असेल तर ही शक्तता उपमानशक्तता[1] असते असे दिसून येते. ध्वनिमहत्ता कानावर आघात करणाऱ्या हवेच्या दाबानेही मोजता येते. हवेच्या दाबाचे फार लहान लहान फरक कानाला समजून येतात. म्हणून वातांबरदशलक्षांश एवढे माप या कामी वापरतात. वातांबर म्हणजे वातावरणाचा सांकेतिक दाब ७६० mm. Hg. प्रस्तुत माप संक्षेपाने वा. द. ल.[2] असे सांगता येते. आताच उपमान महत्ता सांगितली तिने कानाच्या पडद्यावर २० वा. द. ल. दाब उत्पन्न होतो. जास्तीत जास्त कंप्रतेचा ध्वनी ऐकू येण्याला इतका दाब अवश्य असतो. यापेक्षा तो अधिक झाला असताना कानात वेदना उत्पन्न होतात. हा ध्वनी सुमारे २०,००० कंप्रतेचा असतो.

1. Zero intensity level 2. Bar.

ध्वनिमहत्ता सांगण्याची दुसरीही एक पद्धती आहे. या पद्धतीत उपमानमहत्ता ०.०००२०४ वा. द. ल. इतकी लहान घेतात. उद्देश असा की श्राव्य महत्ता तिजपेक्षा मोठ्या असाव्या. कोणत्याही ध्वनीची जी कमीत कमी श्राव्य महत्ता असते तिला त्या ध्वनीचे श्राव्यकिमान[१] म्हणतात. १००० कंप्रतेच्या ध्वनीचे



आ० ३९.१ श्राव्यसीमालेख

जे श्राव्यकिमान असते त्याजपेक्षा २० कंप्रतेच्या ध्वनीचे श्राव्यकिमान १०^{९} पट मोठे असते. या दुसऱ्या पद्धतीची उपमानमहत्ता १००० कंप्रतेच्या ध्वनीच्या श्राव्यकिमानापेक्षाही कमी असते. या दोनही पद्धतीच्या उपमानामधे जरी असा भेद असला तरी टप्पे मोजण्याकरता दोनही पद्धतीत दशगुणित क्रम घेतात. या क्रमास लगम[२] क्रम म्हणतात, कारण १० चा लगम १, शंभराचा २, हजाराचा ३, असा संबंध असतो. शेजारच्या आलेखा शेजारी डावीकडे पहिल्या आणि उजवीकडे दुसऱ्या पद्धतीच्या उपमानावरून येणारे अंक दिले आहेत. आलेख ध्वनिमहत्तेचे आहेत. सर्वात खालची रेखाटी किमान दाखविणारी असून सर्वात वरची रेखाटी परमश्राव्यसीमा दाखविणारी आहे. या दोन रेखाटचांनी आतील क्षेत्र पूर्णपणे वेढलेले आहे. त्यांची टोके एकमेकीस मिळालेली आहेत. संदर्भरेषांपैकी आडव्या रेषांनी कंप्रता आणि उभ्या रेषांनी महत्ता दर्शविली आहे. महत्ता-दर्शक शून्यरेषा २० वा. द. ल. या

दाबाची आहे. उभ्या रेषांनी दर्शविलेले अंक ज्या लगमक्रमी मापाचे आहेत त्यास **दशांश बेल** अथवा **दबेल** म्हणतात. बेल[3] हे या कामी वापरण्याचे एकमान आहे त्याचा दशांश ते दबेल.[4]

1. Threshhold of audibility. 2. Log. 3. Bel. 4. Decibel.

येथील रेखाट्या साध्या आहेत, काप-या नाहीत. एकाच माणसाचे श्रवण-किमान व श्रवणपरममान मोजून रेखाटी काढली तर ती कापरी येते, साधी येत नाही. अनेक जणांच्या अवलोकनांचे अंक घेऊन त्यांच्या वर्गमूळांची मध्यममाने काढून त्यांचे वर्ग काढून त्या अंकावरून रेखाटी काढली म्हणजे ती साधी येते. तशी ती काढलेली आहे. रेखाट्यांचे जे भाग तुटक काढले आहेत त्या भागात व्यक्तिशः अंक बरेच भिन्न येतात. या रेखाट्यांच्या आत संपूर्णपणे तुटक रेषांनी एकीच्या आत दुसरी अशा दोन रेखाट्या आहेत. त्यातील मोठी वाद्यवृंदातून निघणाऱ्या ध्वनींसंबंधी असून धाकटी मानवी कंठातून निघणाऱ्या ध्वनींसंबंधी आहे. यावरून दिसून येते की आपण जे ध्वनी उच्चारतो त्यांचा आवाका लहान आहे, त्याहून वाद्यवृंदातून निघणाऱ्या **ध्वनींचा आवाका** मोठा आहे, आणि त्याहूनही आपण जे ध्वनी ऐकू शकतो त्यांचा आवाका मोठा आहे. श्राव्यसीमेच्या वरती ध्वनिमहत्ता गेल्यास अल्पकंप्रतेने घेऱ्या येतात आणि अनल्पकंप्रतेने वेदना होतात, कानठळ्या बसतात, किंवा कानाचे पडदे फुटतातही. मोठ्या गडगडाटाने किंवा तोफांच्या अचानक धडाक्याने असा अपाय झाल्याची उदाहरणे घडलेली आहेत. मेघांचा गडगडाट होतो तेव्हा १०० दबेलांच्या वर दाब सहज जातो. १२० झालेला मोजला गेला आहे. ध्वन्युत्पादक **कंपनाची शक्ती कंपनाच्या पल्ल्याच्या वर्गमानाने आणि कंप्रतेच्याही वर्गमानाने बदलत असते.** कंप्रता २०००० च्या बरीच पलीकडे गेल्यास ध्वनी मुळीच ऐकू येत नाही, तो अश्राव्य होतो. श्राव्यातीत[1] कंप्रता म्हणतात ती बहुधा १००,००० च्या पेक्षा अधिक असते.

1 Supersonic.

सुयोग्य चेतकापासून संवेदन घेण्याचा जो गुण त्याला **संवेदिता**[1] म्हणतात. श्राव्यकिमानाने संवेदिता मोजली जाते. हे किमान जितके कमी तितकी संवेदिता अधिक असते. उतार वयात संवेदिता कमी होते म्हणजे श्रवणकिमान वाढते. ही किमानाची वाढ अल्प कंप्रतेच्या ध्वनींच्या बाबतीत थोडीशीच असते पण अनल्प कंप्रतेच्या ध्वनीबाबत बरीच असते. १००० च्या वरच्या कंप्रतेच्या बाबतीत ही वाढ विशेष अनुभवास येते.

1. Sensitivity.

कंपन काटा[1] (सूरकाटा) म्हणून एक ध्वनिसाधन केलेले असते. ते थरारत ठेवले असता एका विशिष्ट कंप्रतेचा ध्वनी ऐकू येतो. अशा शुद्ध ध्वनीला **स्वन**[2] म्हणतात. असा स्वन निघत असताना एकाच ठिकाणी कालगतीने त्याची महत्ता कमी कमी होत जाते आणि कानाला प्रतीत होणारी त्याची **गभीरता**[3]ही कमी कमी होत जाते. तथापि त्याची कंप्रता बदलत नाही आणि कानाला प्रतीत होणारी **उच्चता**[4]ही साधारण माणसाच्या बाबतीत बदलत नाही. ध्वनीचा अभ्यास ज्याने विशेष केलेला आहे त्याला काही बदल जाणवतो तो असा. शेसवाशे कंप्रता असेल तर महत्ता उतरते तेव्हा उच्चता किंचित वाढते. कंप्रता ३००० ते ४००० असेल तर महत्ता उतरते तेव्हा उच्चताही उतरते. अन्यथा कंप्रता-उच्चता यांचे साहचर्य असते.

1. Tuning fork. 2. Tone. 3. Loudness. 4. Pitch.

आपल्या तोंडातून जे ध्वनी निघतात ते कंपनकाट्याने उत्पन्न होणाऱ्या स्वनासारखे स्वन कधीच नसतात. त्यांना गभीरता व उच्चता याखेरीज एक **रुचिरताही**[1] असते. ती त्या ध्वनीतील स्वनांच्या **मिश्रतेने उत्पन्न झालेली असते.** उच्चारित ध्वनीत अनेक स्वन असतात. त्यातील एकाची कंप्रता सर्वात लहान असते, त्यास त्यातील **प्रधान स्वन**[2] म्हणतात. बाकीचे **उपस्वन**[3] होत. स्वन व उपस्वन यांच्या कंप्रतांची गुणोत्तरे २,३,४ इत्यादि पूर्ण अंकांनी व्यक्त होण्याजोगी असतात. आवाजातील गोडी अशा उपस्वनांनी उत्पन्न झालेली असते. ठळक उपस्वनांची संख्या दहा किंवा पंधरा इतकी मोठी किंवा चार पाच इतकी लहानही असते. एकाददुसऱ्या उपस्वनाची महत्ता प्रधानाच्या $\frac{३}{४}$ च्या सुमारात असते पण काहींची $\frac{१}{४}$ पेक्षाही कमी असते. काहींची अधिकही असते. भाषणातील स्वनांची महत्ता पहिल्या मापन-पद्धतीने ३०, ४०, द. बेल असते. उपस्वनांची कंप्रता पुरुषाच्या आवाजात स्वरांच्या बाबतीत ३००० पर्यंत तर बायकांच्या आवाजात ५००० पर्यंत असू शकते. व्यंजनांच्या उच्चाराच्या बाबतीत हे अंक ७००० आणि ८००० पर्यंत असू शकतात. भाषणातील कंप्रतांची मर्यादा आकृतीमध्ये जरा कमी दाखविली गेली आहे. कारण असे की सामान्य संभाषणात ही उच्चारमर्यादा २००० च्या सुमारात असते.

1 Timbre. 2 Fundamental tone. 3 Overtone.

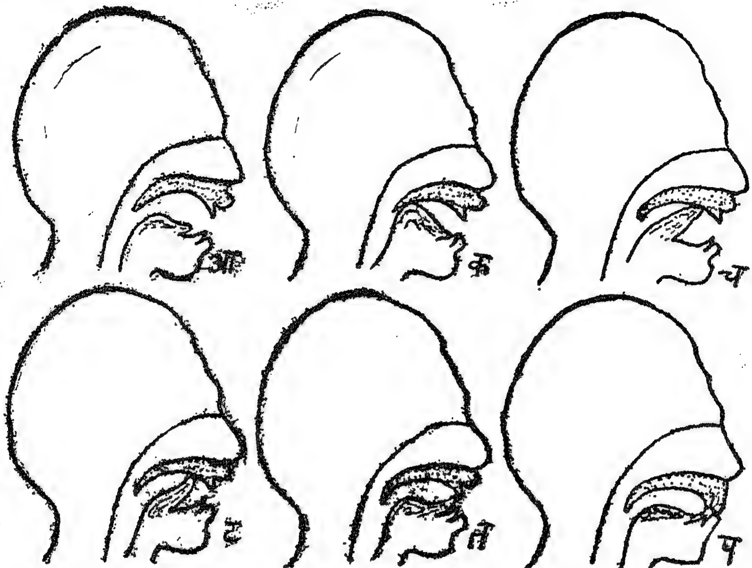
समजा आपण दोन सूर उमटवले तर एकाद्याला पहिला दुसऱ्यापेक्षा तर एकाद्याला दुसरा पहिल्यापेक्षा रुचिर (गोड) वाटेल. पण असे प्रसंग थोडेच येतात. **आवाजातील रुचिरता त्यातील उपस्वनांच्या कंप्रतेवर आणि महत्तेवरही अवलंबून असते.** दोन आवाजात मुख्य स्वन एक असून उपस्वन वेगवेगळे असले तर त्यांपैकी

ज्यात उपस्वनांची कंप्रता दुसऱ्या आवाजातील उपस्वनांच्या कंप्रतेपेक्षा अधिक असते तो आवाज कर्कश वाटतो. कर्कशपणा थोडासाच असला तर व्याख्यानादि प्रसंगी सद्गुण ठरतो. मुख्य स्वन तोच तो असलेल्या दोन आवाजांपैकी ज्यातील उपस्वनांची महत्ता अधिक तो कर्कश वाटतो. संवेद्यता हा एक गुण रुचिरता कमी अधिक करणारा आहे. आकृतीमधे जी श्राव्यसीमा दाखविली आहे तीच संवेद्यतादर्शकही आहे. समजा १००० पेक्षा किंचित् अधिक क या कंप्रतेचा स्वन काढला त्याबरोबर का कंप्रतेचा उपस्वन निघाला. याची कंप्रता २, ३ हजार अशी असणार. हजारापासून उत्तरोत्तर संवेद्यता कमी कमी होत जाते. म्हणून या उपस्वनांची महत्ता असते त्या मानाने कमी गभीरता कानाला भासते. त्यामुळे आवाजाची रुचिरता वाढते. याच्या उलट मूळ स्वन शंभराच्या सुमारातला असला आणि त्याचा उपस्वन जरी एक हजारापर्यंत गेला तरी त्या उपस्वनाची संवेद्यता हजारापर्यंत वाढतच असल्याने उपस्वनाची महत्ता असते त्या मानाने अधिक गभीरता कानाला भासते. परिणामी आवाज अधिक कर्कश वाटतो.

वदन

आपण ध्वनी उत्पन्न करू शकतो ते कंठातील वाक्तंतूच्या वापराने. फुप्फुसा-तील हवा जोराने वर लोटली आणि वाक्तंतूना ताण दिला की आवाज उत्पन्न होतो. ताण दिल्याने तंतू एकमेकाजवळ येतात आणि त्यामधील फटीतून हवा घुसली की तंतूंना कंप येतात आणि वर निघणाऱ्या हवेलाही कंप येतात. **तंतूंना येणारे कंप सबंध लांबीने आणि एक दोन तीन इत्यादी भागशः लांबीने देखील येतात.** आवाजातील प्रधान स्वन सबंध लांबीने आणि उपस्वन अंशलांबीने उत्पन्न होतात. वाक्तंतूना ताण दिल्याने त्यांची लांबी थोडीशी कमी होते. हे आखडण्याचे मान ताणाच्या मानाने अधिक असते. लांबी कमी होत गेली की कंप्रता मात्र अधिक होत जाते. उच्चार करताना कंठाच्या कोठ्यात किंवा आकृतीत काही फरक पडत नाही. परंतु घसा नाक तोंड यांच्या कोठ्यात आणि आकृतीत फरक पडतात. विशिष्ट कोठा आणि आकृती यांनी विशिष्ट वर्ण उमटतात. हे फरक तोंडाच्या बाबतीत सर्वात अधिक आणि नाकाच्या बाबतीत त्याहून कमी आणि घशाच्या बाबतीत त्याहूनही कमी असतात. तोंड नाक घसा यांच्या तटात स्नायू आहेत त्यांच्या चलनाने हे फरक पडतात. तोंड उघडता-मिटता येते, जीभ नाना प्रकारे हालवता येते, नाकपुड्यांची थोडीशी उघड-मीट करता येते आणि घसाही खुला किंवा आवळ करता येतो. वर्णोच्चार करताना या गोष्टीकडे लक्ष दिले असता त्या समजू शकतात.

वर्णोच्चार असंख्य आहेत. तरी स्पष्ट पृथक् असे भारतीय भाषात ५१ देवनागरी लिपीतील वर्णांनी दर्शविण्याची चाल आहे. त्यातील ऐ आणि औ हे जोड स्वर आहेत. अनुस्वार आणि विसर्ग हे सुद्धा जोडलेले उच्चार आहेत. ऋ लृ हे उच्चार र आणि ल निसटते आहेत. हे सर्व वर्ज करून अ आ इ ई उ ऊ ए ओ हे आठच स्वर राहतात. व्यंजनातील पाच वर्गात पंचवीस वर्ण आहेत. याशिवाय य,



आ० ३९.२ उच्चारण करताना मुखाच्या ठेवणी.

र, ल, व, श, ष, स, ह, ळ हे नऊ व्यंजनोच्चार आहेत. हे सर्व मिळून बेचाळीस स्पष्ट पृथक्वर्ण ठरतात. आ हा स्वर उच्चारताना तोंड उघडून जीभ तोंडाच्या तळाशी ठेवावी लागते. अ हा स्वर उच्चारताना तिचा मागला भाग थोडा उचलून तोंड अर्धे खुले ठेवावे लागते. क-वर्ग उच्चारताना तोंड असेच अर्धे उघडे ठेवून जिभेचा मागील भाग अमळ अधिक उचलावा लागतो. च-वर्ग उच्चारताना जीभ तोंडाच्या छताच्या मध्याच्या जवळ ठेवावी लागते. जिभेला थोडी निराळी वळणे देऊन याच ठिकाणी तिचा शेंडा ठेवून ई आणि ए हे स्वर आणि य आणि श ही व्यंजने उच्चारता येतात. ट-वर्ग उच्चारताना जीभ आणखी पुढे पण दातांच्या मागेच ठेवावी लागते. तेथेच जिभेच्या थोड्या वेगळ्या वळणाने र ष आणि ळ हे

उच्चार निघतात. त-वर्ग उच्चारताना वरच्या कातऱ्या दातांना जीभ टेकवावी लागते. याच ठिकाणी जिभेच्या वेगळ्या ठेवणीने ल आणि स हे वर्ण उमटतात. जीभ तळाशी ठेवून ओठ मिटून उघडल्याने प-वर्ग उच्चारला जातो. थोड्या वेगळ्या ओठांच्या ठेवणीने व हा उच्चार निघतो.

स्वर[1] आणि **व्यंजन**[2] यातील मुख्य भेद हा आहे की स्वर बराच वेळ लांबवता येतो तसे व्यंजनाचे नाही. व्यंजनातच विशिष्टत्व असते पण त्याचा उच्चार क्षणिक असतो. व्यंजन लांबवायला गेलो तर ते निसटून जाते आणि स्वरच शिल्लक राहतो. स्वराचा उच्चार सुद्धा अल्पकाल करता येतो आणि तसाच तो भाषणातील शब्द उच्चारण्यात असतो पण पाहिजे तर लांबवता येतो. स्वरात ऱ्हस्व दीर्घ आहेत, पण व्यंजनात नाहीत. शब्दातील स्वरोच्चार ०.२ ते ०.३ सेकंद चालतो पण व्यंजनोच्चार ०.३ सेकंदापेक्षा कमी ०.०७ सेकंदसुद्धा असतो. अॅ आणि ऑ हे दोन स्वर इंग्रजीतून आपल्या भाषेत आले आहेत. तोंडाचे द्वार रुंदट किंवा लांबट करण्याने ते उत्पन्न होतात. खरे स्वर दहाच ठरतात. ते असे :— अ. आ. अॅ. ऑ. ओ. ए. उ. ऊ. इ. ई. व्यंजनांचे जे पाच वर्ग केले आहेत त्या प्रत्येकात पाच पाच वर्ण आहेत. त्यातले पहिले चार उच्चारताना जिभेची ठेवण थोडी बदलावी लागते. पाचव्याला अनुनासिक म्हणतात. अनुनासिक उच्चारताना नाकातून उच्छ्वास इतरापेक्षा जोराने करावा लागतो. इतर उच्चारात नाकातून निघणारे तरंग अगदी पुसट असतात.

1 Vowel. 2 Consonant.

ए हा स्वर मराठी भाषणात ऱ्हस्वच उच्चारतात पण इंग्रजी भाषणात तो ऱ्हस्व तसा दीर्घही उच्चारतात.

आपण जेव्हा उच्चार करण्याकरता वाक्तंतू ताणतो, तेव्हा ते थोडेसे आखूड होतात (किंवा लांबतात देखील). कंठाच्या पुढील भागात दोनही वाक्तंतू एकमेकाशी टेकतात आणि मागील भागात फट असते ती कमी होते. मुख्यतः ताण वाढल्याने आणि वर घुसणाऱ्या हवेचा जोर वाढल्याने कंप्रता वाढते. पुरुषांच्यापेक्षा **बायकांच्या कंठातील वाक्तंतू आखूड** असतात. (पुरुषात ते २० ते २४ m m असतात तर बायकात ते १५ ते १८ m m. असतात.) वयात आल्यावर मुलांचे कंठ रुंदावतात तसे मलींचे रुंदावत नाहीत. त्यामुळे बायकांचा आवाज पुरुषांपेक्षा उंचा होतो. पुरुषांच्या आवाजातील प्रधान स्वन ८० पर्यंत उतरू शकतो तर बायकांचा ३०० पर्यंत चढू शकतो. वाक्तंतूंच्या कंपनाने जे उपस्वन ज्या महत्तेचे उत्पन्न होतात ते त्या महत्तेने तोंडाबाहेर पडत नाहीत. घसा नाक व तोंड यांच्या घाटानुसार त्यात फरक पडतो. या कोठ्यात काही उपस्वनांची महत्ता वाढते आणि काहींची कमी होते. आधी इंद्रियरचनेमधे व्यक्तिशः भेद असतात

त्यात आणखी इष्ट उच्चाराकरता आपण भेद उत्पन्न करतो. त्यामुळे परिणामी पुष्कळ विविधता उत्पन्न होते. व्यक्तिविशेष आणि वर्णविशेष दोनही उच्चारित स्वनावलीत[१] आढळतात. प्रधान स्वन व्यक्तीवर आणि उपस्वन–महत्ता वर्णावर अवलंबून असतात. 1 Note.

उच्चारित ध्वनीत स्वनांची लांबलचक माळकाच्या माळका असते. एक प्रधान स्वन आणि बाकीचे उपस्वन असतात. ते सुमारे ५० असतात. महत्तेने काही ठळक असतात आणि इतर पुसट असतात. स्वरातील उपस्वनात दोन ठळक उपस्वन असतात. प्रत्येक स्वरात वेगवेगळे उपस्वन ठळक असतात. त्याजवरून ते स्वर ओळखले जातात. त्यांची कंप्रता ती त्या त्या स्वराची **विशिष्ट कंप्रता** गणली जाते. व्यंजनात चार किंवा पाच सुद्धा विशिष्ट कंप्रता असतात. काही आरंभी प्रकट होतात मग मावळतात. काही मध्यंतरी स्पष्ट होतात आणि मावळतात तर काही मध्यंतरी स्पष्ट होतात आणि शेवटपर्यंत टिकतात. व्यंजनांचे प्रकार अनंत आहेत. त्यातले पुष्कळसे भिन्न भाषात भिन्न असतात. काही अनेक भाषात सामान्य असतात. त्यापैकी निवडक पुढे दिले आहेत. विशिष्ट उपस्वनांपैकी काही घशात उमटतात, काही नाकात उमटतात, तर काही तोंडात उमटतात. अनुनासिकात हे तीन संच स्पष्ट असतात. **प्रधान स्वन सर्वस्वी व्यक्तिविशिष्ट** असतो. ठळक **उपस्वन** बहुतांशी **वर्णविशिष्ट** असतात. व्यक्तिशः त्यात भेद असतात, पण ते थोडे. विशिष्ट म्हणून सांगितले आहेत त्यांच्या सुमारातच ते असतात. ४०० च्या आतले आणि ४००० च्या वरचे उपस्वन न ऐकले तरी वर्ण समजतात, व्यक्ती समजत नाही.

स्वरनिष्ठ विशिष्ट कंप्रता

स्वर	अनुच्च कंप्रता	उच्च कंप्रता
अ	५००	१०००
आ	८४०	१२००
अॅ	७५०	१८००
ऑ	६००	९००
इ	४४०	२२००
ई	४००	२४००
उ	४७५	९५०
ऊ	४००	८००
ए	५५०	२२००
ओ	५००	८००

अनुनासिकांची विशिष्ट कंप्रता

	घशातून	नाकातून	तोंडातून
ङ	२००	६००	२५००
न्	२००	६००	१५००
म्	२५०	६००	१२००

व्यंजनांची विशिष्ट कंप्रता

व्यंजन	आरंभी	मध्यापासून	अंतापर्यंत	मध्यंतरी
क्		१५००,	४०००.	१२००, ३८००.
ट्			४३००	३२००.
प्		२८००.		१०००, ३६००.
च्	४८००	२८००,	४८००.	१०००, ३०००.
थ्				६००, ३२००.
स्	७०००.	६५००,	७८००.	५००, २९००.

— वाक्तंतूपासून जी उपस्वनांची मालिका उत्पन्न होते तिच्यात काही काही घसा, नाक व तोंड यात पुष्ट किंवा कृश होत असतात.

इंग्रजी वर्णावलीचे वर्गीकरण

शुद्ध स्वर ११. दीर्घ — ū (tool), ō (tone), ó (talk), a (far), a (tape), e (team).
Pure- vowels

ऱ्हस्व u (took) o (ton), á (tap), e (ten), i (tip).

युक्तस्वर — ४ i, ou, oi, ew. Diphthongs,
उपस्वर — ३ w, y, h, Transitionals,
अर्धस्वर — ५ l, r, m, n, ng. Semivowels
संघर्ष-व्यंजने — ८ सघोष v, z, th (then), zh (azure). voiced
Fricative —
consonants अघोष f, s, th (thin) sh. unvoiced.

रोध व्यंजने – ८ सघोष b, d, j, g.
Stop- consonants अघोष p, t, ch, k.
(Speech and hearing – Fletcher).

येथे वर्णसंख्या ३९ गणलेली आहे. पण काही शास्त्रज्ञानी ती ४८ आणि काहींनी तर ती ६५ देखील मानलेली आहे.

ऱ्हस्व आणि दीर्घ स्वरोच्चारात फरक असतो तो उपस्वनांच्या कंप्रतेत दाखविला आहे. असा फरक का पडावा ? ऱ्हस्व स्वराची आवृत्ती म्हणजेच दीर्घ स्वर नाही काय ? असा एक प्रश्न उद्‌भवतो. त्याचे उत्तर असे सुचते की, एक तर जिभेच्या मागील भागाच्या ठेवणीत फरक असावा आणि दुसरे असे की, उच्छ्वासाचा दाब वाढून वेगळ्या स्वनावर पडत असावा. बहुधा दीर्घ काल हा उच्चार टिकवण्यासाठी या दोनही गोष्टी होत असाव्यात. पल्मनातील निनादनाचा परिणाम यात असला पाहिजे.

वातावरण शांत आहे त्यात ध्वनी नाही असे रात्रीच्या प्रहरी मात्र काही काळपर्यंत घडते. दिवसा पुष्कळ ध्वनी एकदम चालू असतात. ध्वनिरहित अवकाश मिळवणे सोपे नसते. त्याकरता खास व्यवस्था करावी लागते. शांत जागी जर एक स्वन चालू केला तर तो स्पष्टपणे ऐकू येतो हे सहजच आहे. एकाद्या कंपनकाट्याने ते साधता येते. एकाच्या जोडीला दोन कंपनकाटे चालू ठेवले तर दोन स्वन ऐकू येतात हेही सहज आहे. पण चमत्कारिक गोष्ट अशी आहे की, हे स्वन जर वेगवेगळ्या कंप्रतेचे असले तर त्यांच्या बेरजेच्या कंप्रतेचा एक आणि वजाबाकीच्या कंप्रतेचा एक असे आणखी दोन स्वन ऐकू येतात. हवेत तसे तरंग नसतानाही ते उत्पन्न होतात म्हणून त्यांना **शारीर स्वन**[1] म्हणतात. त्यातला एक मीलन-स्वन[2] आणि दुसरा वर्जन-स्वन[3] असे म्हणतात. समजा २०० व ३०० कंप्रतेचे स्वन चालू केले तर त्याजबरोबर आणखी १०० व ५०० कंप्रतेचे स्वन ऐकू येतात. ते शारीर स्वन होत. ते आपल्या श्रवणेंद्रियात उत्पन्न झालेले असतात. या दोनही शारीर स्वनांची गभीरता मूळच्या स्वनापेक्षा कमी असते. तरी त्यातल्या त्यात **वर्जनस्वनाच्यापेक्षा मीलनस्वनाची गभीरता कमी** असते.

1 Subjective. 2 Summation tone. 3 Difference tone.

सारख्याच कंप्रतेची दोन वाद्ये असली आणि त्यातले एक स्तब्ध ठेवून दुसरे जवळच वाजत ठेवले तर अगोदर स्तब्ध असलेलेही थोड्याच वेळात वाजू लागते. दोन कंपनकाटे एकाच कंप्रतेचे असले आणि त्यातला एक बैठकीवर ठेवून दुसरा शेजारीच छेडला तर पहिल्यातून ध्वनी निघतो. तसेच दोन एकाच कंप्रतेच्या तारा एका फळीवर मांडून त्यातली एक छेडली तर दुसरी पहिलीच्या मागोमाग कंप पावू लागते, तिच्यातून पहिलीच्या प्रमाणेच ध्वनी निघतो. या क्रियेस **निनादन**[1] म्हणतात. एका वाद्यातून निघणारे वायुतरंगच दुसऱ्यास छेडतात. दोहींची कंप्रता एकच असली म्हणजे झाले. वाद्य वायूपेक्षा पुष्कळ जड असले तरी वायूच्या धक्क्याने ते थोडे तरी हालते. हेलकाव्याच्या एकाच अवस्थेत हे धक्के बसत गेले म्हणजे हेलकाव्याचा पल्ला वाढत जातो. एका सेकंदात एकास जितके कंप तितकेच दुसऱ्यास घेण्याची शक्यता किंवा पात्रता (स्वीय कंप्रता)[2] असल्यास असे घडते, एरवी नाही. हेलकाव्याच्या वेगळ्या अवस्थेत टक्कर झाली तर शक्ती वाया जाईल, उपयोगी पडणार नाही. एका उभट भांड्याच्या वर जवळच एक कंपनकाटा थरारत ठेवावा आणि भांड्यात थोडे थोडे पाणी ओतत जावे. एका विशिष्ट पाणसळीपर्यंत पाणी आल्यावर भांड्यातून जोराचा आवाज येतो. हेही निनादनच असते. येथे भांड्यातील हवेचा स्तंभ हा कंपमान पदार्थ असतो. त्याची स्वीय कंप्रता कंपनकाट्याच्या एवढी होते तेव्हा हे निनादन घडते. तंबोऱ्याचा भोपळा हा निनादन करणारा असतो. त्याचप्रमाणे **आपल्या कंठाखालील पल्माने आणि वरची घसा नाक तोंड ही इंद्रिये, निनादनाने उच्चारसाहाय्य करणारी असतात.**

1 Resonance. 2 Free period.

एक स्वन ऐकून थांबवला आणि लगेच दुसरा वेगळ्या कंप्रतेचा चालू केला तर दुसरा पहिल्यापेक्षा उंचा आहे की निंचा आहे हे आपणाला समजू शकते. ज्याला उंचा म्हणून आपण म्हणतो त्याची कंप्रता अधिक असते. अगदी खालपट स्वर असताना १०० त १ एवढा भेद समजू शकतो पण स्वनकंप्रता ५०० ते ३००० असताना ३३० त १ किंवा १००० त ३ कंपांचा भेद झाला म्हणजे समजतो. याहून अधिक कंप्रता झाली असता १००० त किमान १ कंप इतका भेद झाला तरच समजतो. केवळ कंप्रताच बदलली, महत्ता बदलली नाही, तर **नीचतमापासून उच्चतमापर्यंत १५०० स्वनभेद कानाला समजू शकतात.** कंप्रताकक्षेचा मध्यम भाग ५०० ते ३००० समजतात. एवढ्यात केवळ महत्ता बदलली तर ३२५ स्वनभेद कानाला समजू शकतात. एकंदर श्राव्यकक्षेचा तपास केला तर ३४०,००० स्वन कानाला ओळखू येऊ शकतात. अभ्यासाने कानाची संवेदिता पुष्कळ सुधारता येते. अभ्यस्त माणूस १००० आणि १००१ कंप्रतेचे स्वन भिन्न म्हणून ओळखू

शकतो. महत्ता श्राव्य-किमानाच्या जवळ असताना महत्ताभेद उत्तम समजतो आणि परममानाच्या जवळ तो समजेनासा होतो. **स्वनाची उच्चता[1] समजून येण्याला वेळ किती लागतो ?** असा येथे प्रश्न उत्पन्न होतो. त्याचे उत्तर असे आहे की, २० ते २०० पर्यंत कंप्रतेचा स्वन समजण्यास त्याचे तीन चार तरंग कानावर यावयास पाहिजेत; तेथून १००० कंप्रतेपर्यंत १०, १२ तरंग; तेथून १०००० पर्यंत सुमारे १०० तरंग; आणि तेथून पुढे २०० ते २५० तरंग कानावर येणे अवश्य आहे.

1 Pitch.

सभोवार शांतता असताना एकादा सूर वाजला तर तो कानाला चांगला ऐकू येतो. पण भोवती गलबला असताना तो तितका चांगला ऐकू येत नाही. कानाची संवेदिता गलबल्यात बरीच कमी होते. सूर ऐकणेच असेल तर ही गोष्ट अडचणीची आहे, परंतु तसे नसेल तर गलबल्याच्या त्रासापासून कानाचा बचाव करण्यास ती बरीच उपयोगी आहे. परिस्थितीप्रमाणे **संवेदिता बदलता येणे** या क्रियेस **सुयोजना[1]** म्हणतात. कटकट जरी एका कानावर येत असली तरी दोनही कानांची संवेदिता बदलते. दूरबोली जरी एका कानाशीच ऐकावयाची असली तरी दुसऱ्या कानावरची कटकट त्या ऐकण्यात व्यत्यय आणते. म्हणून अग्रेंद्रियाप्रमाणे अंतरिंद्रियातही सुयोजना घडत असली पाहिजे असे सिद्ध होते. कानाने ऐकण्याचे काम फार वेळ करीत राहिल्यानेही श्रवणसंवेदिता कमी होते. हा परिणाम मात्र परिश्रमाने येणारी ग्लानी असा असला पाहिजे. हा परिणाम विश्रांतीने नाहीसा होतो. कानास असे परिश्रम प्रतिदिनी प्रहरानुप्रहर करावे लागल्यास श्रवणाचे अंतरिंद्रिय बिघडते. त्यास अपकार घडतो तो नाहीसा होणे कठीण असते. वर्षानुवर्ष हे घडत राहिल्यास कायम बधिरताच येते. ती त्रासदायक आवाजापुरतीच मर्यादित असते. ज्या कारखान्यात सतत मोठाले आवाज निघत असतात तेथील कामगारांना असे अपाय घडत असल्याचा अनुभव येतो.

1 Adaptation.

एक सूर चालू असताना जर दुसरा सूर चालू केला तर त्यातील अधिक महत्तेच्या सुराने कमी महत्तेचा सूर ऐकू येईनासा होतो. एकाने दुसऱ्याचे **आलोपन[1]** होते. शुद्ध स्वनच वाजवले असता पहिल्याने चालू असलेला स्वन जर नंतर चालू केलेल्या स्वनापेक्षा अधिक महत्तेचा असेल तर कमी महत्तेच्या स्वनावर विशेष परिणाम घडत नाही पण नंतरचे स्वन जर अधिक महत्तेचे असतील तर त्यांच्यावर आलोपन परिणाम विशेष होतो. ८०० कंप्रतेच्या स्वनाने

७०० च्या खालच्या स्वनावर विशेष परिणाम होत नाही पण त्याच्यावरचे १००० पर्यंतचे स्वन बऱ्याच अंशी आलोपन पावतात. भोवताली गलबला चालू असला म्हणजे गायनावर किती अनिष्ट परिणाम होतो हे सर्वांच्या परिचयाचे आहे.

1 Masking.

वायुरेणूंच्या व्यवस्थित क्रमशः आंदोलनाने उत्पन्न झालेले तरंग असे ध्वनीचे वास्तवस्वरूप सांगितलेले आहे. मानवी कंठातून उच्चारलेल्या ध्वनीस मिश्र तरंगांचे रूप असते हे आताच सांगितले. अमिश्र शुद्ध तरंगांना स्वन म्हणतात. कंठातून निघणाऱ्या वर्णोच्चारात अनेक स्वन असतात हेही सांगून झाले आहे. कंठातील वाक्‌तंतू ताणल्याने त्यातील प्रधान स्वन उत्पन्न होतो. परंतु या **तंतूंचा उपयोग न करताही** तोंडावाटे उच्चार होतात त्यांना **कुजबुज**[1] म्हणतात. या उच्चारात इतर उच्चाराप्रमाणेच वर्ण उमटतात पण त्यांची गभीरता फार कमी असते. एरवी या वर्णोच्चारात जे प्रधान स्वन आले असते ते यात नसतात, कारण वाक्‌तंतूचा उपयोग केलेला नसतो. तरी हवा कंठातून घसा, नाक, तोंड, यात घुसवलेली असते तेव्हा त्यांच्या घाटानुसार हवेला जे कंप यावयाचे ते येतातच. एरवीच्या उच्चारात हेच उपस्वन म्हणून येत असतात. या कोठ्याशी घडणाऱ्या घर्षणाने हे स्वन उत्पन्न होतात. म्हणून यास घर्षणात्मक स्वन (व्यंजने) म्हणतात. स्फोटात्मक[2] व्यंजनेही या उच्चारात असतात. रोधव्यंजनानाच स्फोटात्मक असे म्हणतात. 1 Whisper. 2 Explosive.

उच्चारित वर्णामध्ये स्वन आणि उपस्वन यांचा संच असतो. हा संच व्यंजनापेक्षा स्वरामध्ये पुष्कळ साधा आणि स्पष्ट असतो. **गायनामध्ये** व्यंजने प्रायः नसतात. नुसतेच स्वर असतात त्यामुळे त्यात हे संच अधिकच साधे असतात. याच्या उलट गजबजलेल्या मंडईत चाललेला **गोंगाट** असतो त्यात कोणताच वर्ण स्पष्ट समजत नाही. त्यात पुष्कळ वर्ण मिसळलेले असतात. त्यांची महत्ताही मधून मधून कानात पीडा उत्पन्न करण्याइतकी मोठी असते. कोणताही नियम, व्यवस्था, असे त्यात काही काढता येत नाही. तो तरंगांचा समुदाय किंवा संच म्हणण्याऐवजी गोंधळ म्हणणेच योग्य असते. गायन हे सुखदायक असते. भाषण हे कानाला विशेष सुख देत नाही आणि दुःखही देत नाही, पण गोंगाट किंवा गलबला दुःखदायक असतो. काही ग्रंथकार कुजबुजण्यातील ध्वनींना देखील गोंधळ, गलबला कोलाहल किंवा कलकल[1] असेच म्हणतात. 1 Noise.

ध्वनितरंग हे **वायुरेणूंच्या घनतेचे तरंग** असतात. भोवतालच्या कोणत्याही एका ठिकाणी वायूरेणू क्रमशः अधिकाधिक घन आणि नंतर अधिकाधिक विरल

होत जातात. दोन ध्वनितरंग एकमेकात मिसळले आणि त्यांची कंप्रता थोडीशी भिन्न असली तर कोणत्याही एका ठिकाणी सतत भिन्न गोष्टी घडत जातात. एकदा दोनही तरंगाच्या परम घनावस्था एकत्र येतात. त्या वेळी क्षोभ मोठा होतो. थोड्या वेळानंतर अधिक कंप्रतेच्या तरंगाची घनावस्था संपेल पण दुसऱ्याची संपणार नाही. एकाची घनावस्था पूर्ण संपली आणि दुसऱ्याची विरलावस्था पूर्ण संपली असाही एक क्षण येईल तेव्हा क्षोभ शून्य होईल. अशा रीतीने **दाबाचे स्पंद**[1] उत्पन्न होतील. एकापेक्षा दुसऱ्याची कंप्रता जितकी अधिक तितकेच स्पंद उत्पन्न होतील. निनादपेटीवर दोन कंपनकाटे छेडून ठेवावे. त्यांच्या कंप्रतेतील अंतर ३ हे असले तर तीन सेकंदागणिक स्पंद चांगले ऐकू येतात. **स्पंद ऐकवण्याकरता कंप्रतामधील अंतर २० पेक्षा अधिक नसावे**. दोन स्वनामधे आडनिडे म्हणजे ज्यांची पूर्णपट कंप्रतेत बसत नाही असे स्पंद उत्पन्न झाले तर ते दुःखदायक होतात. अशा प्रसंगी ते स्वन **विसंवादी**[2] आहेत असे म्हणतात. उदाहरणार्थ ५०० व ५४४ चे स्वन विसंवादी असतात. त्यातून ४४ चा स्वन उत्पन्न होतो तो ५०० किंवा ५४४ याशी विसंवादी असतो.

1 Beat. 2 Discordant.

एकाच्या दुप्पट दुसऱ्याची कंप्रता असलेले दोन स्वन एकदम काढले म्हणजे **मिश्रसूर** कानास कळतो तो **मधुर** असतो. यापैकी पहिल्या स्वनास, मध्य षड्ज दुसऱ्यास तारषड्ज व त्यांच्या संवादास षड्ज षड्ज म्हणतात. हा **संवाद संगीतात सर्वोत्तम** मानतात. पहिल्या स्वनाच्या $\frac{३}{२}$ पट दुसरा स्वन असल्यास या नव्या स्वनांचे मिश्रण मधुर लागते. या संवादास षड्जपंचम-संवाद म्हणतात. या दुसऱ्या स्वनास पंचम म्हणतात. मध्य षड्जाशी ज्यांच्या कंप्रतेचे प्रमाण $\frac{९}{८}$, $\frac{५}{४}$, $\frac{४}{३}$, $\frac{३}{२}$, $\frac{५}{३}$, $\frac{१५}{८}$ असते अशा स्वनांचाही मध्यषड्जाशी मधुर संवाद होतो. या सहा स्वनांना ऋषभ, गांधार, मध्यम, पंचम, धैवत, निषाद, अशी नावे आहेत. मध्यषड्ज व हे सहा स्वन यास **मध्यसप्तक** म्हणतात. तारषड्जाशी याच प्रमाणात जे स्वन असतात ते तारषड्ज मिळून **तारसप्तक** बनते. मध्यम षड्जाच्या निम्मी कंप्रता असलेल्या स्वनास मंद्रषड्ज म्हणतात. वरीलप्रमाणेच याचे **मंद्रसप्तक** बनते. ही तीनही सप्तके शुद्ध सप्तके होत. प्रत्येक सप्तकात या शुद्ध स्वनाव्यतिरिक्त आणखी पाच स्वन येतात. त्यांना विकृत स्वन म्हणतात. विकृतात कोमल तीव्र असे भेद आहेत. तीव्र सा हाच कोमल रे असतो. त्याची कंप्रता सा व रे यांच्या आधेमधे असते. त्याचप्रमाणे कोमल ग, तीव्र म, कोमल ध, कोमल नी असे विकृत स्वर सांगतात. सर्वसाधारण गायकाच्या आवाजाचा प्रधान स्वनासंबंधी आवाका

२।। ते ३ सप्तके इतका असतो. यापैकी मध्यम सप्तकात आरंभस्वन असतो त्यास मध्य षड्ज करून **शास्त्रीय गायन** करतात.

एकाद्या वाद्यातून सूर[1] निघतात तेव्हा प्रधान स्वनाबरोबर गौण स्वन किंवा उपस्वनही निघतात. ते २, ३, ४ इ. पट कंप्रतेचे असतात. याप्रमाणे **६ पट कंप्रतेचे गौणस्वन प्रधान स्वनाशी संवाद करतात तो मधुर असतो.** परंतु ७ पटीचा गौणस्वन आणि पुढील बरेचसे **गौणस्वन प्रधान स्वनाशी जो संवाद करतात तो संगीतदृष्टचा विसंवाद असतो**, कानाला कटू लागतो. असे स्वन कंठातून निघू शकतात. त्यामुळे गायन कटू होऊ शकते.

1 Note.

भारतीय गायनात पुरुषाचा प्रधान स्वन १५० ते ७०० तर स्त्रीचा २०० ते ९०० कंप्रतेचा असतो. शास्त्रीय गायन ऐकताना काही ठराविक प्रमाणाने मध्य षड्जाशी बांधलेल्या स्वनांचे वारंवार संवेदन श्रोत्यास होत असते; त्यामुळे श्रोत्याच्या मनास एक प्रकारची गुंगी येते. तबल्यातून एकच स्वन निघू शकतो. तो सामान्यतः मध्य षड्ज असतो. ठराविक कालानंतर पुनः पुनः होणाऱ्या या मध्य षड्जाच्या आघातामुळे मन मोहित होते. गायकाने म्हटलेले गीत अर्थवाही असेल तर शृंगारादि रस मनात उत्पन्न होतात. या गीताचे अथवा आलापाचे, श्रोत्याने पूर्वी कधी ऐकलेल्या गीताशी स्वनसाधर्म्य असेल तर, न कळत त्या पूर्वस्मृतींची उजळणी होऊन गीताच्या वाच्यार्थामुळेही काही रस उत्पन्न होतात. कळत न कळत अशा दोन्हीही रीतींनी उत्पन्न झालेले हे रस एकमेकांना मारक होऊ नयेत म्हणून, विशिष्ट रसोत्पत्तीसाठी विशिष्ट स्वनमालिकेचा उपयोग करावा असा संकेत आहे. या **रसविशिष्ट स्वनसमूहाला ' राग '** अशी संज्ञा आहे. राग व ते गाण्याच्या वेळा त्यांच्याविषयीही काही संकेत आहेत.

सामान्यतः ध्वनी कानी आला म्हणजे तो कोठून आला आहे ते आपणास समजते. ते कसे समजते ते आता समजून घेतले पाहिजे. ध्वनितरंग पसरत असताना तो जसजसा उगमस्थानापासून दूर जातो तसतसा क्षीण होत जातो, त्याची महत्ता कमी कमी होत जाते. आपणाला दोन श्रवणेंद्रिये आहेत ती एकमेकापासून सुमारे १२ cm. अंतरावर आहेत. उजव्या बाजूने आवाज आला तर तो अगोदर उजव्या कानावर येऊन मग तो डाव्या कानावर येतो. एवढे अंतर चालून जाताना तो काही अंशी क्षीण होतो. डाव्या बाजूने आवाज आला म्हणजे त्याच्या उलट गोष्ट घडते. या **महत्ताभेदावरून आवाजाच्या उगमाची दिशा समजणे** शक्य आहे. तरंगक्रमणाने दुसऱ्याही एका प्रकारे वेगळेपणा उत्पन्न होतो. तो तरंगा-

वस्थेचा. ध्वनितरंग हे वायुघनतेचे क्रमशः भेद असतात. एकाच क्षणी एका ठिकाण वायुरेणू परम घनावस्थेत तर तेथून काही अंतरावर ते परमविरलावस्थेत असता आणि त्याच्याही पलीकडे तितक्याच अंतरावर पुनः परमघनावस्थेत येतात एकाच ठिकाणाचा विचार करता ते एका वेळी परमघनावस्थेत असून क्रमश परमविरलावस्थेतून पुनः परमघनावस्थेत येतात. एकाच वेळच्या दोन परमघना वस्थांच्या ठिकाणांचे अंतर तो **तरंगायाम** (लाटलांबी), आणि एकाच ठिकाण एका सेकंदात होणाऱ्या परमघनावस्थांची संख्या ती **कंप्रता** होय. दोन कानामध जे अंतर असते त्यापेक्षा तरंगायाम अधिक असला तर एका बाजूने येणाऱ्य तरंगाची जी अवस्था एका कानावर येईल त्यापेक्षा दुसऱ्या कानावर निराळीच अवस्था[1] त्याचवेळी येईल, किंवा एकाच कानावर एक अवस्था आल्यानंत काही (तरंगायामानुसार) वेळाने तीच अवस्था पुनः येईल. तरंगायाम कमी असला तरी अवस्थाभेद घडेल पण तो फार कमी कमी अंतरावर घडेल आणि नीटपणे कळून येणार नाही. प्रत्यक्षतः असे अनुभवास येते की **अवस्थाभेदाने आवाजाची दिशा समजून येण्यास तरंगाची लांबी (आयाम)** ५० cm, **किंवा अधिक असावी लागते**. इतकी लांबी असलेला तरंग असला तर त्यांची कंप्रता ६६० असते. याहून अधिक कंप्रता असली तर दिशा केवळ महत्ताभेदाने कळते. सामान्यतः ध्वनी पुष्कळ मिश्र स्वरूपाचे असतात. तेव्हा त्यांचे दिशाज्ञानही क्लिष्ट असते हे खरे.

1 Phase (condensation or rarefaction).

एखादा पदार्थ डोळ्यासमोर असला तर दिसतो, नाहीतर नाही. ध्वनीचे तसे नाही. ध्वनत्पदार्थ कानासमोर नसला तरी ध्वनी ऐकू येऊ शकतो. **ध्वनी आडोशा आड वळू शकतो** असे यावरून कळून येते. आपण उजव्या बाजूने आलेला शब्द ऐकतो तेव्हा तो उजव्या कानात थेट यतो पण डाव्या कानात डोक्याआड वळून येतो हे उघड आहे. प्रकाशाचे परावर्तन होऊन परावर्तकापलीकडे प्रतिरूप असल्याचा भास होतो. ध्वनी आरशावरून परावृत्त होतो पण तोच एखाद्या विशेष गुळगुळीत न केलेल्या भिंतीवरूनही परावृत्त होतो. पुष्कळ वेळा आकाश अनेक ध्वनींनी गजबजलेले असते तेव्हा त्या गर्दीमुळे प्रतिध्वनी समजून येत नाहीत पण तशी गर्दी नसली म्हणजे प्रतिध्वनी चांगले ऐकू येतात. प्रकाशतरंग अगदी आखूड असतात त्या मानाने ध्वनितरंग पुष्कळ लांबट असतात. प्रकाशतरंगांची लांबी चरणखर्वांशाने मोजून ४,८ हजार मापे भरतात. ध्वनितरंग चरणसहस्रांशाने मोजले तरी १७ ते १७ हजार मापे भरतात. प्रकाशतरंगात टाक आणि टाचणी यांची सुद्धा सावली पडते, या

सावलीच्या काठावरून आतील सावलीत थोडासा प्रकाश पसरतो त्याने ते काठ पुसकट दिसतात. आपल्या भाषणातील **ध्वनितरंग ३ पासून १ चरण लांबीचे असतात. त्याच्या प्रसारात टाक-टाचणीची तर नाहीच पण आपल्या डोक्याची देखील सावली पडत नाही.** डोक्याआड तरंग सहज वळतो. खरे म्हटले म्हणजे या आडोशाच्या काठाशी नवे तत्सम ध्वनितरंग उत्पन्न होतात ते त्या मागे पसरतात. चरण = मीटर. खर्वांश $१०^{-९}$. सहस्रांश $१०^{-३}$.

ध्वनीची दिशा कळली तरी त्याचे **उगमस्थान** कळले असे होत नाही. त्याकरता **दोन भिन्न ठिकाणाहून त्याची दिशा कळली पाहिजे.** दोन भिन्न ठिकाणाहून ध्वनिवेध आपण घेतो सुद्धा. डोके हालवून दोन भिन्न ठिकाणे सहजच सापडतात. नाकासमोर नाकाच्याच पडद्याच्या पातळीत हे स्थान असले म्हणजे दोनही कानात सारख्याच गभीरतेने आवाज ऐकू येतो. आवाज पुढून येत आहे की मागून येत आहे हे, तोंड वळवून वेध घेण्याने समजते. कान किंचित् पुढे रोखलेले असतात. पुढे अधिक गभीरता प्रतीत झाली तर तो पुढून येत आहे असे समजते. आपण डोके वर खाली वळवून सहज वेध घेऊ शकतो. या सर्व हालचाली करून वेध घेण्याने ध्वनी कोठून येत आहे ते समजते. परंतु हे ज्ञान होताना चूकभूल होतच नाही असे नाही. ध्वनीचे परावर्तन होऊ शकते. आपल्या भोवती परावर्तक व अंतराय (आडोसे) पुष्कळ असतात. त्यामुळे कानावर येण्यापूर्वी जरी एका विशिष्ट दिशेने ध्वनी येत असला तरी त्याने घेतलेल्या वेढ्या-वळशामुळे त्याची दिशा बदललेली असली तर त्याचे उगमस्थान कानास नेमके प्रतीत होणार नाही हे उघडच आहे. ते स्थान आपणाला अन्य उपायांनीच समजून घेतले पाहिजे. ध्वनिदिशेनेच चाल केली तर तो उत्तरोत्तर अधिक मोठा होत जातो. अशा दोन दिशा गाठणे सामान्यतः कठीण नसते. या **दोन दिक्‌रेषांचा सामान्य बिंदू तेच उगमस्थान.**

ध्वनितरंग **श्रवणेंद्रियात** आल्यानंतर त्यात काय काय घडामोडी होतात ते आता पाहिले पाहिजे. त्याकरता प्रथमतः श्रवणेंद्रियाच्या रचनेचे थोडक्यात पुनः अवलोकन करू या. या इंद्रियाचा बाह्य भाग कर्ण. हा एकाद्या नसराळ्यासारखा असतो. हे नसराळे आडवे ठेवलेले असते. यातून काही गाळून घ्यावयाचे नसते. गाळण्याचा पसरट भाग तो कर्णा. नसराळ्याची नळी आडवी ठेवलेली असून तिला वळणेही असतात. पाळीचा वरचा काठ चिमटीत धरून वर मागे व खांद्याच्या बाजूला थोडासा ओढला जाऊन नळी सरळ होते आणि आतली तळी दिसते. तळीच्या पलीकडे कुंभीयास्थीत कोठडी असते ते मध्यश्रोत्र होय. या कोठडीतून पुढे घशात उतरलेली एक नळी असते. तिच्या द्वारे कोठडीतील हवा आणि घशातली हवा



आ० ३९.३ श्रोत्ररचनेचा नकाशा. तरंगसंक्रमण बाणानी दर्शविले आहे.

यांचा संबंध घडतो. घास किंवा आवंढा गिळताना ही नळी बंद होते, एरवी खुली असते. कोठडीच्या उपमध्य तटात दोन खिडक्या असतात त्या एकेका पापोद्याने बंद झालेल्या असतात. यातील एक खिडकी तळीच्या समोर असते ती विवृत्त असते आणि दुसरी वृत्त (वाटोळी) असते. तळी आणि विवृत्तखिडकी यांच्या मधे तीन अस्थिकांची एक साखळी असते. या खिडकीच्या आतल्या अंगाला, अंतःश्रोत्रात एक दुमडून गुंडाळलेली नळी असते. या गुंडाळीची दोन टोके एकमेकाजवळ असून एक विवृत्त खिडकीत तर दुसरे वृत्त खिडकीत गुंतलेले असते. मध्य श्रोत्रातील अस्थिकांच्या साखळीत **तळीपासून गुंडाळीपर्यंत तीन अस्थिके** असतात, ती हातोडा ऐरण व पदिका ही होत. हवेतले ध्वनितरंग नळीत जाऊन तळीत कंप उत्पन्न करतात. तळीचे कंप अस्थिकांच्या साखळीस मिळतात. साखळीचे टोक गुंडाळीत कंप उत्पन्न करते. **गुंडाळीच्या तटात श्रवणचेतनीची अग्रे** गुंतलेली असतात त्यांना ते कंप मिळतात. चेतनीचे संबंध मेंदूशी असतात. (प्र. २८ पहा)

कर्णा वाटोळसर असून त्याचा अक्ष अपमध्येस रोखलेला असतो. रोख बदलण्याकरता मांसपेशी असतात, पण त्या आपल्याला वापरता येत नाहीत. त्या करता सबंध शिरच हालवावे लागते. कर्ण्याच्या योगाने ध्वनितरंग गोळा करून तळीशी नेता येतात. तळीपेक्षा कर्णा पुष्कळ विस्तृत असतो म्हणून शक्ती तळीवर गोळा व्हावी. पण कर्ण्याच्या तटातील कंगोऱ्यामुळे आणि घर्षणामुळे बरीचशी शक्ती वाया जाते. **तळीचा विस्तार विवृत्त खिडकीच्या वीसपट** असतो. शिवाय मध्यंतरी जी अस्थिकांची साखळी असते तिचा मधला दुवा वरती जखडलेला असतो, तेथे तो फिरू शकतो पण खाली वर सरकू शकत नाही. तळीकडच्या दुव्याच्या लांबीच्या $\frac{2}{3}$ लांबीचा खिडकीकडील दुवा आहे. त्यामुळे दीडपट जोर शेवटी आला म्हणजे एकंदर **जोर खिडकीवर तीस पट** लागू व्हावयास पाहिजे. पण तो केवळ **दसपट** लागू होतो. दुव्यात इतर शक्ती वाया जाते. असे जरी असले तरी **अंतःश्रोत्र इतके नाजूक असते की, खिडकीवर मिळते तितकी शक्तीही काही प्रसंगी अपायकारक ठरते. ती कमी करण्याची योजना मध्यश्रोत्राच्या दोन मांसपेशीत असते.**

श्रवपुट किंवा मध्यश्रोत्र या कोठडीत दोन बारीक स्नायू असतात. एकाने हनित्रकाची मान आणि दुसऱ्याने पदिकेची मान पकडलेली असते. ध्वनिमहत्ता

जेव्हा वरच्या श्राव्यमर्यादेच्या जवळ जाते तेव्हा हे स्नायू कार्यप्रवण होतात. अगोदर **पदिका पकडणारा स्नायू** आकरसतो आणि तिच्या **कंपनाचा पल्ला आवरून धरतो.** पदिकेस तो विवृत्त द्वारातून अधिक आत जाऊ देत नाही. यानंतर **पटह पकडणारा स्नायूही** आकरसतो. तो **पटहाच्या कंपनाचा पल्ला वाढू देत नाही**, कंपाचा पल्ला आटोक्यात ठेवतो. कंपनाचा पल्ला सावरून धरण्यास आणखी एक योजना उपयोगी पडते ती अशी : कंपनाचा पल्ला लहान असतो तोवर सबंध हाडाची साखळी आपसात जखडलेली राहते. एक हाड दुसऱ्याला सोडीत नाही. परंतु तो पल्ला मोठा होऊ लागला की **अपमध्य चलनाचे वेळी हनित्रक आणि ऐरणक यांच्या सांध्यातली मिठी सुटते.** ऐरणक हनित्रकाला निसटू देते. पदिका ऐरणकाशी पकडलेली राहते पण पदिकाकर्ष स्नायूच्या कर्षणाने मोठा पल्ला स्वीकारीत नाही. थोड्याच वेळात हनित्रक पकडणाऱ्या स्नायूच्या ओढीने त्याचाही पल्ला मर्यादित होतो. प्रथमतः मोठ्या धक्क्यापासून विवृत्तद्वाराशी लागून असलेल्या अंतःश्रोत्रातील नाजूक इंद्रियांना संरक्षण मिळते, मग मध्य श्रोत्रारंभी असणाऱ्या पटहालाही **ते** मिळते. या दोन लहानग्या स्नायूंच्या योगाने विवृत्तद्वारावरील दाब **असह्य मर्यादेच्या खाली साधारणपणे १० दबेल** इतका ठेवला जातो. हे स्नायू दाबाने उत्पन्न केलेल्या परावर्तनानेच कार्यान्वित होतात. या परावर्तनास सेकंदाचा शतांश किंवा पन्नासांश इतका वेळ लागतो. इतका वेळ मिळाला नाही तर नाजूक अंतःश्रोत्रास किंवा पटहास किंवा दोहींनाही अपाय होण्याचा संभव असतो. एकाएकी बेसावधपणे मोठा आवाज कानावर आदळला तर अशी गोष्ट घडते. युद्धकाळात तोफांच्या धडाक्याने किंवा निजलेल्या माणसास मेघगर्जनेनेही अपाय घडल्याची उदाहरणे आहेत.

नसराळ्याच्या स्वरूपाचे जे बाह्य श्रोत्र त्याची नळी २.७५ cm. लांबीची असते. **कोणतीही नळी आपल्या चौपट लांबीच्या ध्वनितरंगांना विशेष अनुकूल असते.** त्यावरून पाहता श्रोत्रमार्ग ११ cm. लांबीच्या तरंगाना विशेष अनुकूल असल्याचे दिसून येते. तरंगायाम ११ cm. असला म्हणजे त्याची कंप्रता ३००० असते. तेव्हा अशा तरंगांना हा मार्ग चांगली साथ करतो असे मानले पाहिजे. आता पटहाचा विचार करता त्याची तत्परता ८०० ते १६०० कंप्रतेचे तरंग संक्रमित करण्यास विशेष अनुकूल असल्याचे समजते. मध्य श्रोत्रात जी अस्थिकांची साखळी आहे तिलाही एक स्वतःची अशी कंप्रता आहे. ती ८०० च्या सुमारात आहे. इतर तरंग संक्रमित होतात पण त्यांना विशेष दुजोरा मिळत नाही. करोटीच्या अस्थींच्या द्वारा ध्वनितरंग अंतःश्रोत्रास मिळतात पण ते पटहद्वारा

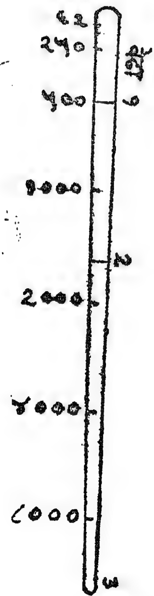
मिळणाऱ्यापेक्षा लक्षांशाने क्षीण असतात. **आवाज ज्याचा त्याला ऐकू येतो तो मात्र पटहापेक्षा करोटिद्वाराच अधिक येतो.** आपला आवाज मुद्रित करून जर वदवला आणि तो आपण ऐकला तर तो निराळा वाटतो, आपला आपल्याला ओळखू येत नाही, त्याचे कारण हे आहे. मानवी कंठापासून मुखावाटे उमटणाऱ्या ध्वनींच्याच श्रवणास श्रोत्र विशेष योग्यतेचा आहे, असे दिसून येते.

मध्यश्रोत्रातील पदिकेच्या चलनाने अंतःश्रोत्राच्या विष्टपकीय आरोहिणी-तील म्हणजेच श्रावणिकेतील परिलिफद्रवास कंप मिळतात. श्रावणिका व प्रति-श्रावणिका म्हणजेच श्रवपुटीय आरोहिणी यातील द्रव सलग असते, म्हणून त्यास तेच कंप मिळतात. प्रतिश्रावणिकेस लागून आधारपटल म्हणजेच श्रवणपटल असते. त्यासही तेच कंप मिळतात. या पटलात २४००० आडवे तंतू असतात. तळातून शिखरापर्यंत त्यांची लांबी ०.२१ mm. पासून ०.३६ पर्यंत वाढत जाते, असे एका[१] ग्रंथकाराचे म्हणणे आहे; तर दुसऱ्याचे[२] असे आहे की, ती ०.१६ ते ०.५२ पर्यंत वाढते. हे तंतू तंबोऱ्याच्या किंवा सतारीच्या तारेप्रमाणे कंपनशील असतात. प्रत्येकाची स्वीय कंप्रता खालपासून वरपर्यंत क्रमाने कमी होत जाते, ती २०००० पासून २० पर्यंत. परिलिफातील कंप बाहेरून येणाऱ्या ध्वनींच्या कंपांना अनुसरून असतात तसे हेही असतात. या तंतूंची गुंफण श्रवण-चेतनीच्या अग्रांशी श्रवणगुंफेत झालेली असते. तिजमुळे त्या त्या विशिष्ट चेतनतंतूंना चेतना मिळते, असे सहजच अनुमान करता येते. ही श्रवणा-संबंधी उपपत्ती हेल्महोल्टझ् या विज्ञात्याने प्रथम सांगितली. तीच बहुतांनी स्वीकारलेली आहे. तिला **निनादन-उपपत्ती** म्हणतात. कारण श्रवणपटलाचे तंतू ध्वनितरंगाचे निनादन करतात, असे त्या उपपत्तीत गृहीत धरलेले आहे. श्रवणपटलतंतूच्या लांबीत भेद आहे तो फारच सूक्ष्म आहे. त्यात स्वनभेद कसे निवडले जात असतील अशी एक शंका येते. दुसरीही एक शंका येते ती अशी की; प्रत्येक चेतनीला चेतना घेण्यात एक अल्प का होईना पण खंडकाल असतो, त्याला आपण पूर्वी मुग्धकाल म्हटले आहे, त्या काळातील कंपनचेतन वाया जात नाहीत काय ? नसले तर का नाही ? आणि असले तर तेवढ्याने ध्वनिसंवेदनात खंड पडून विकृती का उद्भवत नाही. या गोष्टींचा स्वाभाविक परिहार कसा होतो ?

1 Gray. p. 1244. 2 Bykov. p. 735.

श्रवणपटलातील प्रत्येक तंतूची स्वीय कंप्रता वेगळी असणे अगदी साहजिक आहे. याकरता त्यांना पाहिजे तितका ताण येण्याची सोय आहे. तंतूंची टोके

निबंधनांनी बांधलेली असून त्याच्या दोही अंगास द्रव आहे ते हाडाच्या पोकळीत दाटलेले आहे. विवृत्त आणि वृत्त खिडक्यातील पटले मात्र एकमेकाच्या मेळात आत बाहेर हालण्याजोगी आहेत. चैतन तंतूच्या मुग्धकालासंबंधी विचार असा:— पटलतंतूपेक्षा चैतनतंतूंची संख्या अधिक आहे. ती जरी अधिक नसली तरी **अनेक चैतनतंतूंचा मिळून एक संच असे संच पटलतंतूपेक्षा अधिक** होण्याला काहींच प्रत्यवाय नाही. एकाच संचातल्या निरनिराळ्या तंतूंचे मुग्धकाल एकदम येत नाहीत, मागेपुढे येतात, असे असले म्हणजे सतत चेतना वाहण्याची सोय झाली, असे म्हणणे सयुक्तिक ठरते. **चेतक-कंप्रतेनुसार एकेक संच ठरलेला असतो** आणि **चेतकमहत्तेनुसार हा संच लहानमोठा होतो**. महत्ता मोठी असली म्हणजे पुष्कळ तंतू कामास येतात, ती कमी असली म्हणजे कमी तंतू कामास येतात. श्रवणसंवेदनासंबंधी सर्व अनुभवांच्या विवरणास ही उपपत्ती पूर्णपणे लागू पडते असे नाही. तरी प्रमुख अनुभव तिजमध्ये सामावतात यात शंका नाही. कंप्रतेनुसार संवेद्यता वेगळी होते ती कशी ? हा प्रश्न शिलक राहातोच.

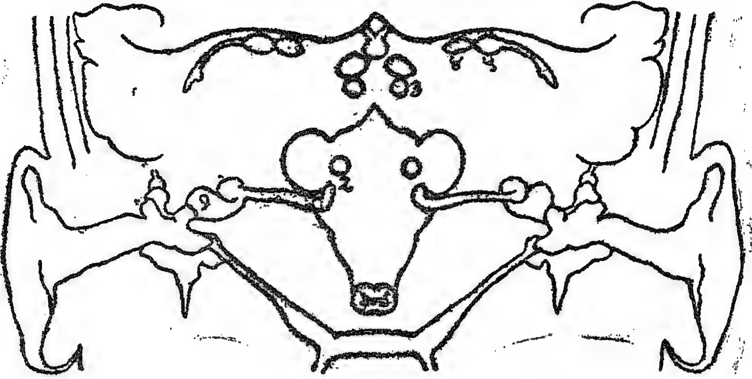


आ० ३९.४ कंबुक नळी उलगडून तिजवर कंप्रतास्थानांच्या खुणा.

शेजारच्या आकृतीत श्रवणिका उलगडून ठेवल्यासारखी दाखविली आहे. डावे अंक कंप्रतादर्शक आहेत. रुंदी कमी आणि कंप्रता मोठी होत गेलेली दिसत आहे. श्रवणदोष ज्यांच्यात उत्पन्न झालेला आहे त्यांची श्रवणिका मरणोत्तर तपासून पाहता येथे दाखविलेल्या कंप्रतासंबंधानुसार विकृती आढळून येते.

श्रवणचेतनी हा आठव्या चेतनीचा एक भाग असतो. श्रोत्र हे श्रवणाचे अग्रेंद्रिय. वलयापुंजक हे त्यातील चैतन-पेशिकांचे स्थान. हा पुंजक वलयापत्राच्या तळात असतो. या पुंजकात सुमारे ३०,००० दुटोकी पेशिका असतात. प्रत्येक चैतनपेशिकेतून एकेक तंतू निघून अपमध्य व उपमध्य श्रवणपेशिकांच्या मधे विन्यस्त असतो. मागे प्र. २८ मधे केशिका म्हणून सांगितल्या त्याच या **श्रवणपेशिका** होत, वलयापत्रात जाईपर्यंतच चैतनतंतूवर चिन्मेदाचे आवरण असते, गेल्यावर नसते. वलयापुंजकातील दुटोकी पेशिकेचा एक फाटा आखूड असतो तो श्रवणगुंफेत जातो. त्याच पेशिकेचा लांबट फाटा असतो तो श्रवणचेतनीत सामील

होतो. श्रवणचेतनी कंबुकातून निघते म्हणून तिला **कंबुकीया** असेही म्हणतात. प्र. १४ त **कंबुकीय दोन मर्मांचा उल्लेख** केला आहे. ही मर्मे पृष्ठीन एक आणि उदरीन एक अशी आहेत. वलयापुंजातून निघणारा तंतू या मर्मापर्यंतच असतो. प्रस्तुत मर्मातून दुसरे तंतू निघतात ते **बकुलमर्मापर्यंत** जातात. त्यातले काही



आ० ३९.५. १ श्रोत्र. २ बकुल. ३ अधर चतुष्कगुलिका.
४ उपमध्य जानुक. ५ अपमध्य जानुक. यांच्यावरील मस्तुछालीत श्रवणक्षेत्र असते.

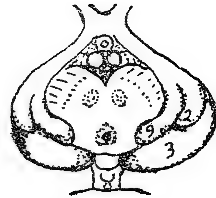
बाजू बदलून अन्य बाजूने, तर काही बाजू न बदलता त्याच बाजूने, अपमध्य स्वल्पवृंदातून जातात. त्यांचा अंत **मस्तिष्कात** असतो. बकुलमर्मातून निघून काही चैतनतंतू शिर व कबंध यांच्या संचालक मर्मास जाऊन मिळतात.

अपमध्य स्वल्पवृंदातील काही तंतू चतुष्कगुलिकांपैकी **अधर गुलिकेत** जाऊन विराम पावतात आणि इतर **उपमध्य जानुकापर्यंत** जाऊन थांबतात. या जानुकामधून स्नायूंकडे परावर्तन होण्याचे मार्ग जोडलेले असतात. जानुकातून निघणाऱ्या तंतूंचे संबंध वर मस्तकछालीशी जुळलेले असतात. हे तंतू किरणासारखे पसरलेले असतात म्हणून त्यांना श्रव (तंतु) किरण[1] म्हणतात. छालीतील श्रवण-संबंधी **मर्मे भालीय खंडात** असतात, हे पूर्वी सांगितलेच आहे.

1 Auditory radiation.

वर सांगितल्याप्रमाणे प्रत्येक **श्रोत्राचा संबंध डाव्या उजव्या अशा दोनही बाजूंच्या श्रवणमर्माशी** जुळलेला असतो, ही गोष्ट महत्त्वाची आहे. डाव्या बाजूच्या श्रवणमर्माला अपाय झाला असता श्रवण दोष उत्पन्न होत नाही, पण वाचा-दोष

उत्पन्न होतो. उजव्या श्रवणमर्माला अपाय झाला असता वाचादोष उत्पन्न होत नाही. डावखोरे लोकांच्या बाबतीत मात्र उजव्या मर्मास झालेला अपाय बाधतो, डाव्याचा बाधत नाही. कोणत्याही एका बाजूच्या छालीस अपाय घडला असता, श्रवणसंवेदनात म्हणण्यासारखा फरक पडत नाही. दोहीकडे अपाय घडल्यास संवेदनात व्यंग उत्पन्न होते हे उघडच आहे.



आ० ३९.६ जानुक आणि परिवार खालून पाहिलेला. १ व २ जानुक. ३ परास्थली. ४ संछदाचा बुंधा. वरती निसर व अंचला.

शेजारच्या आकृतीत श्रवचेतनांची संक्रमस्थाने दाखविली आहेत : १ हे वलयापुंजकाचे स्थान कंबुक हे आहे. २ हे बकुलमर्म आहे. ३ हे चतुष्कगुलिकांपैकी अधर गुलिकेतील मर्मस्थान आहे. ४ व ५ ही उपमध्य व अपमध्य जानुके आहेत. यांपैकी उपमध्य जानुक हे श्रवचेतनांचे मर्मस्थान आहे. तेथून वरती छालीपर्यंत श्रवकिरण असतात. अंतिम श्रवस्थाने केवळ आडव्या रेषांनी सूचित केली आहेत.

सहावे ज्ञानेंद्रिय, संस्थात्र

श्रोत्रं चक्षुः स्पर्शनं च रसनं घ्राणमेव च। अशी ज्ञानेद्रियांची गणती गीतेत सांगितलेली आहे. श्रोत्र आणि चक्षू ही विशिष्ट ज्ञानेंद्रिये आहेत. रसना आणि घ्राण हीसुद्धा विशिष्ट आहेत पण या दोहीत सामान्य असेही काही आहे. स्पर्शाचे इंद्रिय त्वचा हे अगदी सामान्य ज्ञानेंद्रिय खरे, पण त्याच्यातही उष्ण-शीत भारदमन सुखदुःख अशा भिन्न संवेदना घेण्याचे सामर्थ्य आहेच. पण या सर्वाहून भिन्न असेही एक संवेदन आहे आणि ते उत्पन्न होण्याचे निराळे इंद्रियही आहे. त्याला येथे सहावे ज्ञानेंद्रिय म्हणणे आहे. आपले शरीर उभे आहे का आडवे आहे, का आणखी एखाद्या स्थितीत आहे ? अगोदर ते स्थिर आहे का चलत् आहे ? चालते असेल तर कोणीकडे चालते आहे ? या गोष्टी आपल्याला ज्याच्या योगाने समजतात ते सहावे इंद्रिय होय. त्याला संस्थात्र असे नाव दिले आहे. कान नाक जीभ डोळे त्वचा हे अवयव बाहेरून दिसतात तसे हे इंद्रिय दिसत नाही. म्हणून याची गणती इतरांपेक्षा उशिरा झाली.

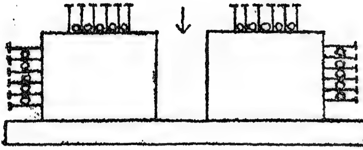
झोपाळ्यावर बसून मोठाले झोके घेतले म्हणजे कित्येकांना घेरी येते. गाड्यागाड्या भिगोऱ्या करून पुष्कळांना तसे होते. वाहनातून प्रवास करीत असताना कित्येकांना वाहन लागते म्हणतात; म्हणजे घेऱ्या येतात, मळमळ

होते, ओकारी होते, आणखी काही आजार होतात. समुद्रावरील प्रवासात पूर्वी असे फार होई कारण तेव्हा वाहनाची डळमळ अतिशय होई. खडबडीत किंवा पुष्कळ वळणे असलेल्या रस्त्यावरून भूमिवाहनातून प्रवास करणारांना असले विकार होतात; विमानप्रवासातही होतात. हे विकार वेग पुष्कळ कमी करण्याने नाहीसे होतात, असे काही उघड कारण नसतानाही एकाद्याला असले विकार होतात. **सहाव्या ज्ञानेंद्रियाच्या विकृतीने** हे परिणाम होतात असे समजून जाणते चिकित्सक त्या इंद्रियाची विशिष्ट चेतनी तोडून टाकतात. असे करण्याने त्या आतुराच्या व्यथेचा परिहार होतो खरा पण एक उणीवही उत्पन्न होते ती अशी: आतुराला आपले डोळ उघडे ठेवल्याखेरीज आपले स्वतःचे शरीर उभे आडवे की तिरपे, कसे आहे या गोष्टीची जाणीवच उत्पन्न होत नाही. अर्थात् डोळ्यांनी ती जाणीव करून घ्यावयाची असल्यास भोवती उजेड असला पाहिजे. ही उणीव त्यास जाणवली तरी अगोदर होत असलेल्या व्यथेपेक्षा बरी म्हणून तो सहन करतो.

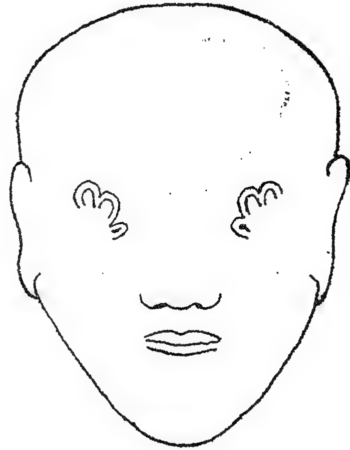
माणसाला पाच ज्ञानेंद्रिये असून आणखी एक सहावेही आहे. पण असे पुष्कळ प्राणी आहेत की त्यांना पाचसुद्धा ज्ञानेंद्रिये नाहीत. काही प्राण्यांचे सर्व ज्ञान त्वचेनेच संपादन होते. अर्थातच ते ज्ञान पुष्कळ कोते असते. मत्स्यांना जीभ डोळे आणि नाक हे अवयव असतात, पण त्यांना वास घेता येत नाही. वास वायूने आणावयाचा तर ते वायूमध्ये रहातच नाहीत. ध्वनीही वायूनेच यावयाचा म्हणून त्यांना ध्वनिज्ञानही नाही. असे असले तरी त्यांना उभे–आडवे–तिरपेपणा समजतो. त्यांना संस्थात्र असते.

बेडूक जमिनीवर वावरतात. त्याना संस्थात्र असते आणि श्रोत्रही असते. त्या श्रोत्राला कर्णा नसतो, पण पटह असतो. सृष्टिक्रमामधे संस्थात्राच्या मागून श्रोत्र निर्माण झालेले आहे म्हणून **संस्थात्रास श्रोत्र जोडलेले असते** असे म्हणतात. माणसात देखील संस्थात्र श्रोत्र ही एकमेकास जुळलेली असतात. एकच चेतनी अंशतः दोनही इंद्रियात गेलेली असते. याच कारणास्तव तिला **संश्रवणचेतनी** असे नाव दिले आहे. संस्थात्राची रचना पूर्वी प्र० २८ मधे सांगितली आहे. श्रोत्र व संस्थात्र एकमेकास जोडलेले असून अंतर्लिफ नामक द्रव दोहीत सलग असते. श्रोत्रात **केशिका** असतात अशा **संस्थात्रातही** असतात. श्रोत्रातील केशिका ध्वनिसंवेदन उत्पन्न करतात तर संस्थात्रातील केशिका स्थितिगतिज्ञान उत्पन्न करतात. ध्वनितरंगाचा परिणाम बाह्य श्रोत्राची तळी आणि श्रोत्रातील अस्थिकांची साखळी यांच्या द्वारा अंतःश्रोत्राच्या गुंडाळीतील श्रवणपटलापर्यंत कसा पोचतो ते

आपण पाहिले आहे. आता शरीरस्थिति–गतींचे परिणाम संस्थात्रातील केशिकांस कसे मिळतात ते पाहिले पाहिजे. संचिका, उपसंचिका व सामिवृत्तिका, यांच्यात जाडी चकत्या असतात म्हणून सांगितले त्या चकत्यावर आता उल्लेखिलेल्या केशिका असतात. त्यांच्या सभोवार अंतर्लिफद्रव असते ते सरसाळ असून त्यात अगदी सूक्ष्मरेव[1] असते. आठव्या चेतनीतील तंतूंची अग्रे केशिकांच्या बुडाला लागून असतात. ध्वनितरंगांनी अंतर्लिफ हालते. त्यानेच श्रवणपटल हालते. त्याच पटलावर केशिका असतात. संस्थात्रातील केशिकाधारी चकत्यावर स्थितिगतीचा कसा काय परिणाम होतो ते आता पाहिले पाहिजे. 1 Otolith.



आ० ३९.७ संस्थाप्रतीक.

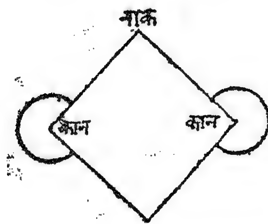


आ० ३९.८ वृत्तिकास्थानांचा नकाशा.

पाठकणा उभा आणि डोकेही उभे असले म्हणजे संचिकेतील केशिकाधारी चकती आडवी असते आणि उपसंचिकेतील तसलीच चकती उभी असते; संचिकेतील चकतीवरील केशिका उभ्या असतात, आणि उपसंचिकेतील चकती-वरील केशिका आडव्या असतात. आता या केशिकाभोवती जी रेव असते तिचा त्या केशिकावर काय परिणाम होतो ते पाहिले असता, भेद सहज समजून येतो. उभ्या केशिकात रेव नुसती अडकून राहते, तिचा भार चकतीवरच असतो. परंतु आडव्या चकत्यावरील केशिकावर रेवेचा थेट भारच येतो, तो त्यांच्या चकत्यावर येत नाही. आता आपण भुईला पाठ लावून निजलो आहो आणि डोकेहीं भुईला टेकलेलेच आहे असे समजू या. अशा स्थितीत चकत्यांच्या उभेआडवेपणात

उलटापालट होईल, हे उघड आहे. आता संचिकेतील चकत्या उभ्या राहून त्यावरील केशिका आडव्या होतील आणि त्यांना रेवेचा भार घ्यावा लागेल, परंतु उपसंचिकेतील चकत्या आडव्या राहून केशिका उभ्या राहतील आणि त्याजवर रेवेचा भार पडणार नाही. **कोणत्या चकत्यातील केशिकावर भार आहे आणि कोणत्यावर नाही, या गोष्टीवरून डोके कोणत्या स्थितीत आहे ते ओळखण्याची ही नामी व्यवस्था आहे.** शेजारच्या आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे जर दोन लाकडी ठोकळे एका पट्टीने जोडले आणि त्यावर दोही अंगी चुका ठोकून त्यात सैलपणे गोटचा आडवल्या तर प्रस्तुत योजनेचे एक साधे प्रतीक बनल्यासारखे होईल. आडव्या चुकावर भार आहे आणि उभ्यावर नाही, हे समजायला वेळ नको. पट्टी उभी केली म्हणजे भार घेणारे संच वेगळे होतील, हेही उघडच आहे. डोक्याची अवकाशातील स्थिती समजण्याची व्यवस्था ज्या इंद्रियात आहे त्यास स्थात्र असे नाव देणे योग्य आहे.

शरीराची **गत्यात्मक चलबिचल कशी समजते?** याविषयी आता विचार करावयाचा आहे. सामिवृत्तिका म्हणून ज्या तीन नळचा द्रवाने भरलेल्या आहेत त्यांच्या योगाने प्रस्तुत चलविचल समजण्याची सोय झालेली आहे. या सामिवृत्तिका एकमेकींच्या काटकोनात असतात. डाव्या उजव्या अपमध्य सामिवृत्तिका एकाच पातळीत असून दुसऱ्या दोन वृत्तिका समांतर आहेत, हे शेजारच्या लाक्षणिक आकृतीत दर्शविले आहे. कागदाच्याच पातळीत अपमध्य सामिवृत्तिका आहेत. दुसऱ्या दोन सामिवृत्तिका केवळ सरळ रेषांनी दाखविल्या आहेत. आता लक्षात आणावे की, प्रत्येक सामिवृत्तिकेच्या आरंभी एक फुगवटी असून त्या फुगवटीत केशिका असतात त्या आतील अंतर्लिफ द्रवात तरळत असतात. समजा आपण आपले डोके डावीकडून उजवीकडे आडव्या पातळीतच वळविले.

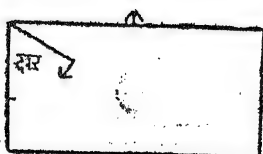


आ० ३९.९ वृत्तिकास्थाने वरून पाहिलेला नकाशा.

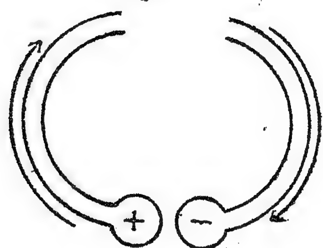
असे करताना वृत्तिकांचे तट उजव्या बाजूला वळतात आणि त्यातील **द्रवही** त्यास **अनुसरते. परंतु** असे करताना ते थोडेसे **रेंगाळते**, ही गोष्ट विशेष महत्त्वाची आहे. या त्याच्या आलस्यामुळे आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे एका टोकावर त्याचा **दाब** बसतो आणि दुसऱ्या टोकावर **ओढ** उत्पन्न होते. त्यामुळे आपल्या डोक्यास विशिष्ट गती मिळाल्याचे संवेदन उत्पन्न होते, असे आता कळून येते. डोके आडव्याऐवजी उभ्या पातळीत फिरविले तरी ते एकमेकींच्या काटकोनात

असलेल्या दोन पातळ्यात फिरविता येईल, डोके उजव्या अथवा डाव्या खांद्यावरून पायाकडे नेता येईल किंवा छातीवरून अथवा पाठीवरून पायाकडे नेता येईल आपल्या सामिवृत्तिकांपैकी डाव्या दोन आणि उजव्या दोन उभ्या पातळीत असून एकमेकींच्या काटकोनात आहेत. आडव्या वृत्तिकावर आडव्या चलनाचा जो परिणाम होतो तो या उभ्या वृत्तिकांवर उभ्या चलनाचा होतो. तीन विविध पातळ्यात चलन घडले असता ते समजून येण्यास या योजनांचा उपयोग होतो, एवढी गोष्ट येथे स्पष्ट आहे. अधल्या मधल्या कोणत्याही पातळीत चलन घडले असता ते या तीन जोड्यांनी आकलन होऊ शकते, हे गणिताने सिद्ध आहे. **गतिभेद समजून येण्यास या सामिवृत्तिकांचा उपयोग होतो. म्हणून सहाव्या ज्ञानेंद्रियाच्या या भागास गंत्र असे नाव प्राप्त होते. गंत्र आणि स्थात्र मिळून संस्थात्र**, असा आता बोध होतो. संस्थिति = समतोल Equilibrium.

एकादे द्रुतवाहन चालवण्याचा दृष्टान्त घेतला असता पदार्थांच्या स्वभाव-सिद्ध आलस्याचे स्पष्ट निदर्शन घडते. मुक्कामावर आगगाडीचा डबा एकदम चालू लागला की चालू दिशेच्या तटास थोपवून धरलेले दार आपोआप बंद होते. गाडी-तटाबरोबर ते चालू न होता रेंगाळते. त्याचा एक काठ तटास खिळलेला असतो तो चालू होतो, परंतु दुसरा खुला काठ त्याबरोबर चालू होत



आ० ३९.१०
वाहनातील दार.



आ० ३९.११
वृत्तिका चलनाने अधिक उणा दाब.

नाही, मागे राहतो. परिणामी दार बंद होते. हा आलस्याचा परिणाम आहे. गाडी थांबतानाही त्याचे प्रत्यंतर येते. गाडी थांबली की दार आपोआप उघडते. सुटा काठ चालत राहतो साटीला खिळलेला काठ थांबतो. गाडीला संथ गती कितीही

असली तरी दाराची उघडझाप होत नाही. गती बदलली तरच चलन होते. गतिभेदाच्या अंतिम अवस्था चालू होणे किंवा थांबणे या असतात.

गाड्या गाड्या भिंगोऱ्या हा मुलांचा खेळ प्रसिद्ध आहे. या खेळाने लवकरच घेरी येते. हा आडव्या सामिवृत्तिकातील द्रवात झालेल्या दमनभेदाचा परिणाम असतो. खेळ थांबल्यानंतर द्रवातील दमनभेद उलट प्रकाराने घडून येतात. काही वेळ गेल्यावर मग द्रव स्थिरावते. त्या वेळी घेऱ्या बंद होतात. आगगाडी काही लोकांना 'लागते.' पण असे लोक सांप्रत थोडेच आहेत. पन्नास वर्षांपूर्वी ते अधिक असत, कारण त्यावेळी गाडी चालू करताना नि थांबवताना गाड्यांचा वेग सावकाश बदलणे आणि एकंदरीत संथच ठेवणे या गोष्टी आतांच्या इतक्या साधल्या नव्हत्या. नौकांना हेलकावे बरेच बसतात तसेच विमानाचेही आहे. म्हणून या वाहनात गतिभेद-बाधा होते. गतीचे मान त्याप्रमाणे दिशा बदलतानाही संस्थात्रें-द्रियातील द्रवास अडथळे होतात हे ध्यानात ठेवले पाहिजे. वाहनांची वाट लवकर मोठाली वळणे घेणारी असली म्हणजे प्रवाशांना उपद्रव होतो असा अनुभव आहे. अबूपहाडात आणि हिमालयावरील यात्रामार्गात प्रवाशांची दुर्दशा होते. ती सामि-वृत्तिकातील द्रव हिसळण्यानेच होते. या मार्गातील वळणे जवळ जवळ आणि आकुंचित अशी आहेत. तेथे **मोठा वेग आणि त्यात मोठे बदल संस्थात्र इंद्रियास सहन होत नाहीत.** संस्थात्र फार खोल आहे. त्यास सहसा रोगबाधा होत नाही. अपघाताने त्यात बिघाड झाल्याची उदाहरणे आहेत. अशा प्रसंगी आतुराला आपल्या शरीराच्या स्थितीचे भान रहात नाही, घेऱ्या येतात असे आढळून येते.

आपले शरीर सुस्थित आहे डळमळीत नाही, अशी जी जाणीव आपणाला सतत होत असते तिजमुळेच आपणाला स्वस्थपणा लाभतो. याच्या उलट ही जाणीव नाहीशी झाली की चैन पडेनासे होते. आपल्या शरीरात जी चैतनिक अवयवांची रचना आहे तिजमुळे शरीर नेहमी तोलून राहावे अशी व्यवस्था जम-लेली असते. संस्थात्राकडून मेंदूकडे जाणाऱ्या अंतर्मुख चेतना हा या व्यवस्थेचा महत्त्वाचा भाग आहे. डोके हा शरीराचा महत्त्वाचा अवयव आहे. त्याची स्थिति समजण्याकरता या सहाव्या इंद्रियाची खास योजना आहे. इतर मोठे अवयव छाती, पोट, हात, पाय, यांची स्थिती समजण्याची सामान्य व्यवस्था असते. सर्व मांसपेशीतून मेंदूकडे चेतना नेणारे तंतू असतात. त्यांच्या योगाने या अवयवांचे संचेतन मेंदूस मिळते. 'तीन साधी ज्ञानेंद्रिये' या प्रकरणात अंतरायापकांचा उल्लेख केला आहे. हे **अंतरायापक चैतनतंतू सर्व अंतरिंद्रियात आणि कांकालिक मांसपेशींच्या मांसतंतूत आणि स्नावसूत्रातही गुंतलेले असतात.** त्यापासून त्या

त्या अवयवाच्या स्थितीविषयी चेतना मेंदूकडे जातात. मांसपेशी हाच कर्मेंद्रियाचा प्रधान भाग असतो. एकादा अवयव, समजा हात किंवा पाय आपण मुद्दाम हालविला तर त्याचा तोल संभाळला जाईल अशी व्यवस्था परावर्तनाने घडून येते. मुद्दाम हालविलेल्या अवयवाकडून अंतर्मुख चेतना मेंदूकडे जातात. तेथून त्या योग्य मार्गाने परत फिरून सर्व शरीर तोलून धरतात.

केव्हा केव्हा आपले शरीर आपण मुद्दाम हालवीत नाही. पण दुसरे कोणी-तरी, वाहता वारा, किंवा धावते पाणी, किंवा कोणीतरी धटिंगण आपणाला हालवतो. अशा वेळी आपणाकडून विशेष विचार न करता देखील आपले शरीर सावरेल, निदान डोक्याला इजा न होईल अशा हालचाली घडतात. त्या घडतात, आपण करतो असे नव्हे. हे जे **सावरणे घडते तेच परावर्तन होय**. या अंतर्मुख चेतना **संस्था-मर्मास पोचून तेथून त्या इतरत्र पसरत असतात.**

संस्थात्रेंद्रियास जाणाऱ्या चैतनतंतूंचा उगम अंतर्गत श्रोत्रमार्गातील पुंजकात असतो. त्यास विष्टपकीय पुंजक म्हटले आहे. या पुंजकातील चित्तिकांना दोन टोके असतात. एका टोकाशी निघणारे तंतू संस्थात्रात जातात तर दुसऱ्या टोका-पासून निघणारे धागे आठव्या चेतनीत समाविष्ट होतात. पुष्कळसे **तंतू मस्तुष्का-तील विष्टपकमर्मापर्यंत जातात. ही मर्मे अपमध्य, उपमध्य व ऊर्ध्व अशी तीन आहेत**. काही धागे थेट मस्तिकाच्या कीटबिंबापर्यंत जातात. विष्टपकीयमर्मापासून निघणारे काही तंतू मस्तिकातील मर्मापर्यंत जातात. हे धागे अधर मस्तिकवृंतात असतात. काही तंतू मस्तुकातील कुंजरचनेतील चित्तिकापर्यन्त जातात. विष्टपकीय मर्मांपैकी अपमध्य मर्मातून निघणारे धागे वरती अन्वायामवृन्दातून तिसऱ्या चवथ्या आणि सहाव्या चेतनीमर्मापर्यन्त जातात. यातलेच काही तंतू ऊर्ध्व गुलिके-पर्यन्त जातात, तर काही रोहित मर्मापाशीच थांबतात, आणि काही अभ्यंतर चित्तिकांच्या मध्यस्थीने कशेतील बहिर्मुख चित्तिकांशी संपर्क पावतात. काही धागे उपमध्य स्वल्पवृन्दातून स्थलीपर्यंत जातात. तेथून निघालेले धागे कुंभीय गिरिकेतील छालीपर्यन्त जातात. या मर्माची नेमकी जागा नीटपणे कळलेली नाही.

विष्टपकीयमर्मालाच **संस्थमर्म** असे म्हटलेले आहे. या मर्मातून वर जाणाऱ्या तंतूंपैकी काही त्याच बाजूने तर इतर अन्य बाजूने वरती जातात. म्हणून प्रत्येक मर्माचे डाव्याउजव्या दोन्ही बाजूशी परावर्तनसंबंध जुळलेले असतात.

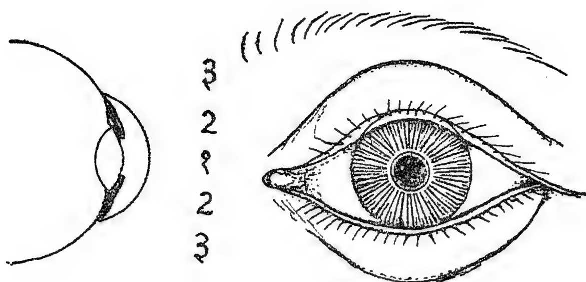
प्रकरण ४०

दृष्टिसंवेदन

जगतातील आपल्या शरीराबाहेरील पदार्थांचे जे ज्ञान आपणाला मिळते त्यातले पुष्कळसे आपल्या दर्शनेंद्रियाने आपणास मिळालेले असते. या ज्ञानास **रूप-ज्ञान** म्हणतात. रंग आकार आकृती आणि दृश्याचे आपल्या डोळ्यापासून अंतर इतक्या गोष्टींचा रूप या एका शब्दात समावेश होतो. रंगाचा वेगळा उल्लेख करण्याचाही प्रघात आहे. वस्तुतः **रंग ही एकच गोष्ट केवळ नेत्रांनीच समजणारी आहे.** आकार आकृती आणि अंतर या गोष्टी स्पर्शानेही समजू शकतात; किंबहुना बाळपणी स्पर्शानेच या तीनही गोष्टी अगोदर कळतात. मग दृष्टिसंवेदनांशी त्याचा मेळ घालण्यास आपण शिकतो. तपमान ही स्पर्शानेच समजणारी गोष्ट तशीच भार ही देखील. या गोष्टीही कृत्रिम साधनोपायांनी आपण दृष्टीच्या आटोक्यात आणून ठेवलेल्या आहेत. ज्यां पदार्थांना स्पर्श करता येत नाही त्यांचेही आकार, आकृती, अंतर, वजन, तपमान हे गुण जाणण्याची व्यवस्था तर्काने आणि भिंगाच्या साहाय्याने आपण करून ठेवलेली आहे. खगोलातील ज्योतींचे ज्ञान सर्वस्वी दृष्टिसंवेदनावर अवलंबून आहे. भूतलावरील पुष्कळ पदार्थांचे ज्ञानसुद्धा पुष्कळ अंशी दृष्टिसंवेदनानेच मिळवावयाचे असते. दर्शनेंद्रियास नेत्र म्हणतात. नेत्र म्हणजे नेण्याचे साधन. दर्शनेंद्रियाच्या योगाने दृश्य पदार्थावरून निघणारा प्रकाश शरीरात पोचविला जातो. तेथे उत्पन्न झालेल्या चेतना मेंदूपर्यंत जाऊन पोचतात. तेथे दर्शनज्ञान उत्पन्न होते.

नेत्राला कमलाची उपमा द्यावयाची असा कविसंकेत आहे. ही उपमा सामान्यतः केवळ सौंदर्यावरून दिली गेली असेल. तथापि कालिदासाने ती विशेष समर्पक करून दाखविली आहे. नेत्र उघडणे म्हणजे कळी उमलणे असे सहज कोणीही म्हणेल, पण या कविवर्याने आणखी उपमासाहित्य सांगितले आहे. कमलाच्या देखाव्यात त्यान तीन मंडले सांगितली आहेत. पाकळ्यांचे मंडल, सर्वात बाहेरचे. त्याच्या आतले मंडल केसरांचे आणि त्याच्याही आतले मंडल किंजांचे, ज्यात बीजे उत्पन्न होतात त्या अवयवांचे. कमळामध्ये भुंगे वावरत असतात ते या आतल्या दोन मंडळात. ते केसरावर बसतात आणि किंजावरही

बसतात. त्यांचे एक काळे मंडल तयार होते. भुंग्याच्या हालचालीने हे मंडल लहानमोठे होत असते.



आ० ४०.१ नेत्रातील वलये. बाजूने, समोरून.

तद् वल्गुना युगपदुन्मिषितेन तावत् सद्यः परस्परतुलामधिरोहताम् द्वे ॥
प्रस्पंदमानपरुषेतरतारमन्तः चक्षुस्तव प्रचलितभ्रमरं च पद्मम् ॥ ६८ ॥

— रघु० ५

हे राजपुत्रा—

परस्परांची स्पर्धा करोत उमलुनि हळूच दोही ।
एका समयीं पद्म रुचिरे तत्सम तव नेत्रे ही ॥
भृंगवलय हे पद्माभ्यंतरि लहानमोठे व्हावे ।
तव नेत्रीच्या कोमल तारेनेही लुकलुकावे ॥

—येथे तारा हा शब्द कनीनिका या अर्थी वापरलेला आहे.

सूर्योदयाच्या वेळी राजपुत्राला जाग आणण्याकरता भाटमंडळीनी जे गाणे म्हटले त्यातील दोन ओळी वर दिल्या आहेत. त्यात, कमळात जसे भुंग्याचे काळे मंडळ असते तसे मानवी नेत्रातही असते असे कवी सांगतो. तो आणखी असे सांगतो की हे काळे मंडळ लहान मोठे होणारे आहे. या मंडळाची ही हालचाल कशाने चालते तेही कवीने सांगितले आहे. **सूर्योदयानंतर जरा उशिराच जागे झाल्याबरोबर नेत्र उघडताक्षणीच त्यातील लिवलिवीत कनीनिका-नामक मांसमंडळ लहान मोठे होत असते. त्याला स्पंद येत असतात,** किंवा हेलकावे येत असतात, असे कवी सांगतो. हा प्रकाशचेतनाचा कनीनिकामांसावरील परिणाम आहे हे उघड आहे. अंतर्मुख चेतना कनीनिकेत किंवा दृक्पटलातही उत्पन्न होत

असणे संभवते. नेत्र पूर्णपणे मिटलेले असताना पापण्यावर थेट सूर्यप्रकाशच काय पण आकाशातून येणारा परावर्तित सूर्यप्रकाश आला तरी त्याने प्रकाशसंवेदन उत्पन्न होते. मोतीबिंदू आला म्हणजे भिंग गढूळ असते. त्यातून आत प्रकाश थोडासाच जातो. त्याने अर्थात् रूप समजत नाही तरी प्रकाश आहे का अंधार आहे ते समजते. दृक्‌पटलच ऱ्हास पावते तेव्हा मात्र भिंग स्वच्छ असले तरी प्रकाश-संवेदन उत्पन्न होत नाही. दिनरात्र भेद समजत नाही. कनीनिकेत हेलकावे उत्पन्न करणारी चेतना दृक्‌पटलात उत्पन्न होणे अगदी संभवनीय आहे. ती स्वतः कनीनिकेवर प्रकाश पडल्याने उत्पन्न होणे हेही संभवनीय आहे. परंतु हा प्रकाश पुष्कळ असला आणि तो उघड्या डोळ्यावर पडलेला असला तर, दृक्‌पटलाचा ऱ्हास झालेला असल्यास प्रकाशाचा कनीनिकेवरील परिणाम नाहीसा होतो.

उघड्या मैदानात आपल्याला जो प्रकाश स्वाभाविकपणे मिळतो त्यात विविधता फार असते. दिवसाढवळ्या प्रखर सूर्यप्रकाश असतो तर काळोख्या रात्री केवळ ताराप्रकाश असतो. शुभ्र सूर्यप्रकाश थेट डोळ्यात घेताच येत नाही. घेतल्यास त्याने अपाय होतो. आतील दृक्‌पटलास अपाय होऊ नये म्हणून डोळ्यातील कनीनिका तर आकुंचित होतेच पण पापण्याही मिटतात आणि भुवयाही मुरडतात. अंधारात तारका पूर्ण विस्तार पावते.

दृक्‌पटलाच्या मध्यभागी प्रतिमा पडली तरच आपल्याला मूळच्या दृश्याचे अवयव स्पष्टपणे दिसतात. तसे होण्यास बराच प्रकाश आत यावा लागतो. दिवसाढवळ्या आकाशातून येणारा प्रकाश इतपत असतो. अंधाऱ्या रात्री तारका प्रकाश असतो तो अगदीच अपुरा असतो. अशा प्रकाशात स्पष्टपणे काहीही दिसत नाही. अगदी थोडे पुसटपुसट दिसते. ते सुद्धा सरळसमोरचे नाही, आजूबाजूचे कारण सरळ समोरची प्रतिमा ज्या भागावर येते त्यास चेतावण्यास हा प्रकाश अपुरा पडतो. दिवसा ढवळ्या समोरचे स्पष्ट दिसते, आणि आजूबाजूचे अस्पष्ट का होईना पण दिसते. त्यातले काही मुद्दाम बारकाईने पाहणे असल्यास आपण तिकडे दृष्टी रोखून पाहू शकतो. **प्रकाशात बदल झपाट्याने झाल्यास कनीनिका हेलकावे खाते** असे पाचपन्नास हेलकावे बसल्यानंतर तारका नेमक्या आकाराची होऊन राहते.

मोठ्या उजेडातून अंधारात गेल्यानंतर १५, २० मिनिटे; किंवहुना ३० मिनिटे सुद्धा गेल्याशिवाय थोडक्या प्रकाशाने चांगले दिसू शकत नाही. नंतर मात्र चांगले दिसते. अंधारातून उजेडात जातानाही असाच अवधी लागतो. या

सुयोजनावधी[1] असे नाव आहे. हा अवधी घटिका (२४ मिनिटे) असा घेणे सोयीचे आहे. (६० घटिकांचा दिवस होतो.)

1 Adaptation time.

अतिविस्तृत तारकेचा व्यास ८ चरणसहस्रांश असतो. (चरण = मीटर)। अत्याकुंचित तारकेचा व्यास १.५ चरणसहस्रांश असतो.

सौम्य प्रकाशात साधारणपणे तारकाव्यास ३ चरणसहस्रांश असतो. **कनीनिकेच्या** काही **हालचाली** आपल्या **इच्छेवाचून** घडत असतात त्या अशा :—

१) स्वतः कनीनिकेवर प्रकाश पाडल्याने तारकेचे आकुंचन घडते. कनीनिका झाकून

२) दृक्पटलावर प्रकाश पाडल्याने तारकेचे आकुंचन घडते.

३) एका डोळ्यावर प्रकाश पडल्याने त्या डोळ्यातील तारकेचे आकुंचन घडतेच पण दुसऱ्या डोळ्यातील तारकेचेही आकुंचन घडते. प्रथम दोनही डोळ्यावर सावली करावी मग एकावर उजेड टाकून दुसरा पहावा. त्यातील तारका आकुंचन पावताना दिसते. हे सहवर्तन[1] होय.

1 Consensual action.

४) पापण्या आकुंचित केल्याने तारका आकुंचित होते. पापण्या मिटू शकणार नाहीत अशा रीतीने मिटतामिटताच त्या थोपवून धराव्या, म्हणजे त्यातील तारका आकुंचित होताना दिसतात. यात सहवर्तन आढळत नाही.

५) नेत्रगोलास स्पर्श केला असता तारका प्रथम किंचित् विस्तारते मग आवळते.

६) एका नेत्रगोलास स्पर्श केला असता दुसऱ्या डोळ्याची तारका प्रथम विस्तारते मग आकुंचित होते.

७) कोणताही मनोविकार झाला असता तारका विस्तारते.

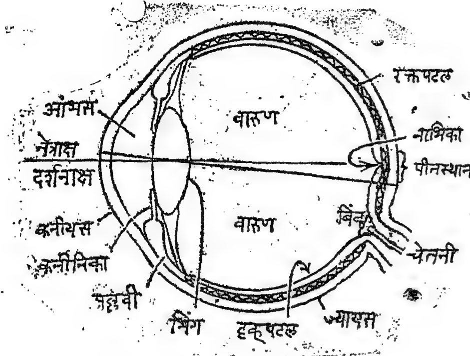
८) मस्तकाच्या डाव्या भागात क्षोभ झाला असता उजव्यातली आणि उजव्या भागात क्षोभ झाला असता डाव्यातली तारका विस्तारते. उलट कोणताही भाग निकामी झाला असता त्याविरुद्ध अंगाची तारका संकोच पावते.

९) निद्रेत असताना तारका आकुंचित होतात. जागृतीत निकोपमानापर्यन्त विस्तारतात.

१०) गुंगी आणण्याकरता त्रिहर एकेन[1] हुंगावयास देतात. तेव्हा आरंभी क्षोभ उत्पन्न होतो, तारका विस्तारतात. गुंगी आली म्हणजे तारका संकोच पावतात. गुंगी उतरताना पुनः तारका विस्तारतात. हे विस्तरण निकोप (प्रकृत)

मानापर्यन्त होते. गुंगीच्या औषधाचा अतियोग झाला तर विस्तरण अतिमात्र होते. कलम १ सोडून इतर सर्व प्रसंगी चैतनतंतू कार्य करतात.

1 Chloroform. $CHCl_3$

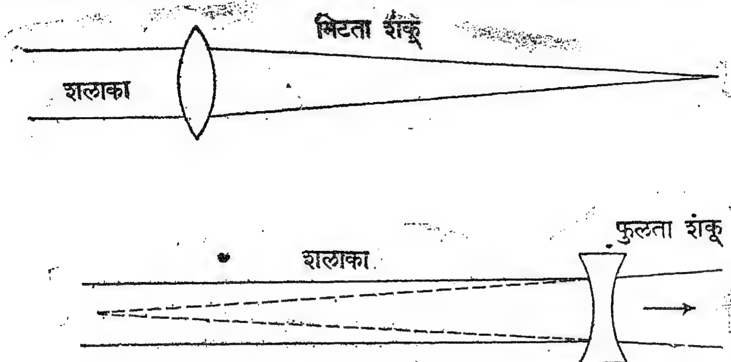


आ० ४०.२ नेत्राचा आडवा छेद

साधारणत: सहाचरणापेक्षा जवळचा पदार्थ पहाण्याचा प्रयत्न आपण करतो तेव्हा नेत्रतारकेचे आकुंचन घडते. दृक्पटलावर जाऊन भिडणाऱ्या प्रकाशाचे नियमन करण्यास त्या आकुंचनाचा उपयोग होतो. त्याचप्रमाणे **केवळ प्रकाश दृक्पटलावर गेल्याने जे आकुंचन घडते म्हणून आताच सांगितले त्याचाही नियमनार्थी उपयोग असतो.** वर सांगितलेल्या इतर आकुंचन-प्रसारणांचा तसा उपयोग नसतो.

नेत्राला अक्षी म्हणतात कारण त्याला एक अक्ष असतो, ज्यायस आणि कनीयस यांचे मध्यबिंदू जोडले म्हणजे जी रेषा निघते ती नेत्राक्ष होय, कनीयस नेमके गोलांश असते तर समोरून येणारे किरण याच अक्षावर जमून आले असते. पण तसे होत नाही. ते ज्यायसाच्या मध्यापासून अपमध्य असलेल्या पीतस्थानात जमतात. कनीयसाची गोलाई थोडी विकृत असते. त्यामुळे दर्शनाक्ष आणि नेत्राक्ष यात ४, ५ अंशांचा कोन राहतो. हा कोन लहान असल्यामुळे पुढील विवेचनात तो जमेस धरलेला नाही. दर्शनाक्षास समांतरपणे जे किरण कनीयसावर येतात ते सर्व अक्षाकडे वाकतात, किंवा नमतात म्हणा. त्या सर्वांची भेट या अक्षाच्या मागील टोकाशी होते. केवळ प्रकाशकिरणांसंबंधी बोलणे असले तर असे म्हणता येईल की, नेत्र हा पाण-गोल असून त्यात एक काचेचे भिंग ठेवलेले आहे. आंभस आणि वारुण ही द्रव द्रव्ये पाण्याप्रमाणे प्रकाशास पार्य आहेत. हवेतून पाण्यात जाताना किरण नमविले जातात. नमविण्याचा गुण भिंगात पाण्यातल्यापेक्षा अधिक आहे. भिंग जर मधे नसते तर अक्षास समांतरपणे येणारे किरण नेत्रात जुळते झाले नसते.

समांतर किरणांचा जो समूह असतो त्याला शलाका[1] म्हणतात. **किरण-शलाका फुगट भिंगातून पार पडली म्हणजे एक निमुळता[2] किंवा मिटता शंकू तयार होतो.** एकाद्या टिंबापासून किरण निघून एकाद्या वाटोळ्या क्षेत्रावर गेले म्हणजे ते शंकुरूपच असतात. पण तो शंकू फुलता[3] किंवा उमलता असतो, आपल्या अंगातून जाणाऱ्या किरणशंकूची फुलावट (उमलणी) कमी करणे हा फुगट भिंगाचा गुण आहे फुगट भिंगाच्या मुख्य केंद्रापासून किरणशंकू आला म्हणजे तो

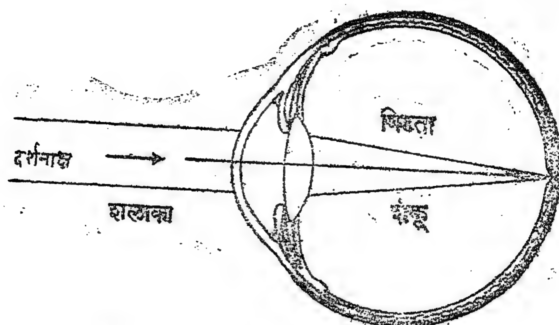


आ० ४०.३ फुगीर व खोलगट भिंगातून किरणशलाका.

भिंगापार जाताना त्याची फुलावट[4] पार नाहीशी होते; तो शलाका बनून जातो. शलाकेतल्या किरणांना फुलावट किंवा मिलावटही मुळीच नसते, शलाकाच ‘ फुगट ’ भिंगावर आली तर ती शलाकारूपाने पार पडू शकत नाही; तिचा शंकू होऊन जातो. शंकूला उलटी फुलावट म्हणजे मिलावट[5] येते असे म्हणावयाचे. शंकूच्या टोकापासून पायाकडे किरण चालले म्हणजे तो फुलता शंकू, आणि पायाकडून टोकाकडे किरण चालले म्हणजे तो मिटता शंकू म्हणावयाचा.

1. Parallel pencil. 2. Converging. 3. Diverging. 4. Divergence. 5. Convergence.

प्रकाशकिरण नेत्रावर आल्याबरोबर त्यांना कनीयसामुळे काही मिलावट (निमीलन) मिळते म्हणा किंवा त्यांची फुलावट (उन्मीलन) घटते म्हणा काही तरी एक गोष्ट घडते. नंतर ते किरण आंभसातून तारकेमधून भिंगापार जातात. येथे त्याजवर पुनः नमण्याचा प्रसंग येतो. किरण नमविण्याचा संस्कार प्रथम कनीयसाने घडविला जातो, मग थोडासा भिंगानेही घडविला जातो. भिंगाची

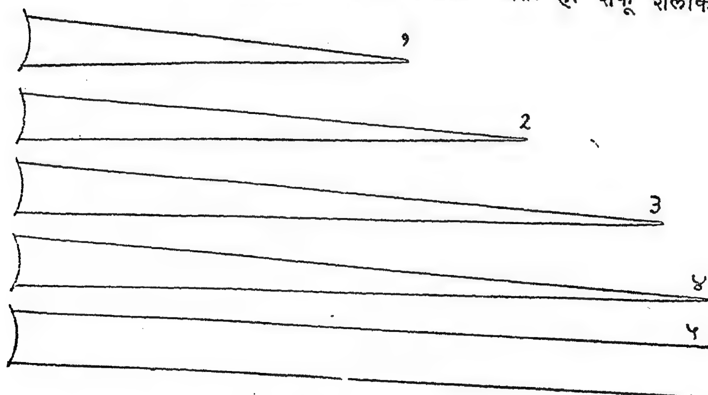


आ० ४०.४ डोळ्यात शलाकेपासून शंकू.

फुगवटी आयासाने वाढविता येते. त्यामुळे हा संस्कार वाढतो. कनीयसाची फुगवटी मात्र कशानेही वाढविता येत नाही. आयास केले नाहीत तरी **नमनसंस्कार $\frac{3}{4}$ कनीयसाने व $\frac{1}{4}$ नेत्रभिंगाने घडतो असे आढळते. एका वाहनातून दुसऱ्यात जाताना किरणाला दिशाभेद प्राप्त होणे या क्रियेस प्रणमन[1] असे नाव आहे.**

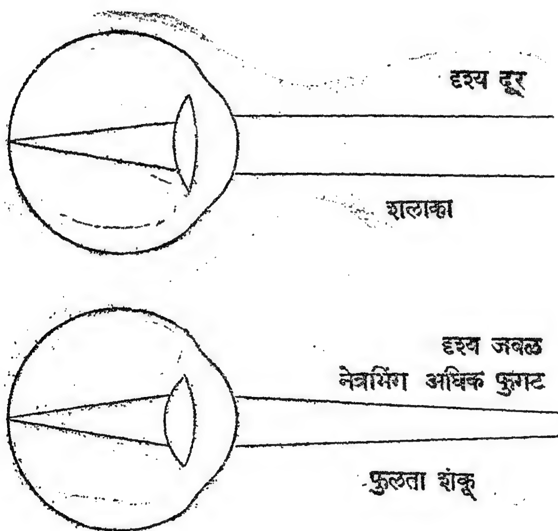
1 Refraction.

समजा नेत्रापासून ६ चरण अंतरावरच्या एका टिंबापासून प्रकाश नेत्रावर येत आहे. अशा प्रसंगी तो किरणसमूह शंकुरूप असणार यात शंका नाही. प्रवेश करण्याचे द्वार, तारका, किती लहान असते ते लक्षात घेता हा शंकू शलाकावजा



आ० ४०.५ डोळ्यावर प्रकाशशंकू व शलाका

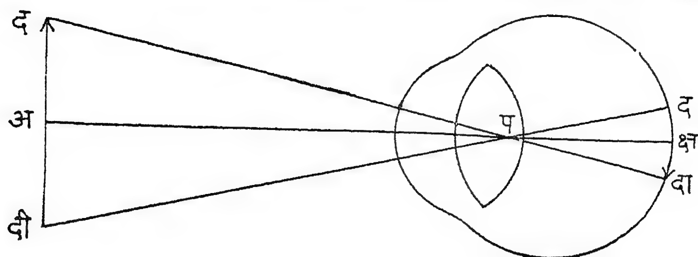
आहे असे कल्पावयास हरकत नाही. त्यातील फुलावट शून्यप्रायच म्हटली पाहिजे. दृश्य पदार्थाकडे पाहताना आपण आपल्या नेत्राचा अक्ष त्याच्या नेमकासमोर आणतो. प्रस्तुत दृश्य टिंब या अक्षासमोरच आहे, दृष्टिरेषेवरच आहे, असे असल्यामुळे प्रतिटिंब नेत्राच्या अक्षरेषेवरच येते हे उघड आहे. आणखी ध्यानात ठेवावयाची गोष्ट अशी की ते त्या अक्षाच्या अगदी टोकाशीच असते. अर्थात् नेत्रभिंग अनायासित आहे असे समजावयाचे. प्रकाशदायक टिंब आणखी जवळ आले तर तेथून नेत्रावर येताना किरणांचा फुलता शंकू असतो आणि भिंग अनायासित असताना ते किरण दृक्पटलावर पोचले तरी केंद्रित होत नाहीत; प्रतिटिंब बनवीत नाहीत. **प्रकाशदायक टिंब जवळ आल्याने नेत्रात शिरणाऱ्या किरणांची फुलावट वाढते. त्यामुळे त्यांचा संभाव्य केंद्र दृक्पटलाच्या मागे जातो. भिंगाची फुगवटी वाढवल्याने मात्र ते त्या पटलावर येते.**



आ० ४०.६ डोळ्यात शलाकेपासून शंकू आणि शंकूपासून प्रतिशंकू

गणितदृष्टीने पाहता दृक्पटलावर जी दृश्यबिंबाची प्रतिमा उमटते ती पालथी (पर्यस्त)[1] असते. तिच्यात **तळमाथ्यांचा विपर्यास** झालेला असतो. तरी आपल्याला दृश्याचे भान यथातथ्य होते. हे कसे काय ? असा प्रश्न उपस्थित होतो. त्याचे उत्तर असे. प्रथमतः बालपणी बाह्य पदार्थांच्या विषयी त्याचे स्थल कोणते

ते आपण स्पर्शाने समजून घेतो. त्याच वेळी त्याची प्रतिमा डोळयात उमटलेली असते. तिचे पृथक् ज्ञान आपणाला केव्हाही होत नाही. स्पर्शाने अमुक असले म्हणजे नेत्रात असे असते, असा संबंध मनात उत्पन्न होतो. पुढे पुढे स्पर्शाचे साहचर्य नसले तरी सवयीने त्याच धरतीवर आपण नेत्रसंवेदनांचा अर्थ लावतो.



आ० ४०.७ डोळ्यात पालथी प्रतिमा.

संवेदना प्रथमपासूनच यथार्थतेने उत्पन्न होतात. पालथेपणाचे भान होण्याचा प्रसंगच येत नाही. बुद्धिपुरःसर रेखाचित्रे काढून किंवा काचेच्या भिंगातून कृत्रिम पडद्यावर प्रतिमा घेऊन पाहिल्यानेच डोळयातील पटलावरील प्रतिमेचा पालथेपणा आपण तर्काने जाणतो, साक्षात् नव्हे. 1 Inverted.

भिंगाच्या द्वारा पडद्यावर प्रतिमा मिळवताना सामान्य भिंगाचे दोन दोष उघडकीस येतात. एक दोष असा की, शुभ्र प्रकाशात जे सात रंगाचे किरण मिश्र असतात तें प्रतिमेमधे विसकटून शुभ्र दृश्याची प्रतिमा अशुभ्र उमटते. हा दोष नेत्रभिंगात असतो. दुसरा भिंगदोष असा की, भिंगाच्या अक्षापासून दूरचे किरण जवळच्या किरणासमवेत केंद्रित होत नाहीत. केंद्रात सर्व किरण एकवटावे तसे एकवटत नाहीत, थोडेसे विसकटतात. त्यामुळे प्रतिमा रेखीव न होता पुसकट होते. या दोषांना **वर्णीय आणि गोलीय अपभ्रेष**[1] म्हणतात. दोनही दोष नेत्रभिंगात असतात. नेत्रतारका बारीक केल्याने ते कमी होतात. तथापि त्यामुळेच निराळाच दोष उत्पन्न होतो तो हा की तारकेच्या काठावरून आत जाणारे किरण वर्ण-भेदानुसार वेगवेगळया अंतरापर्यंत वळल्यामुळे विसकटतात. हे **विवर्तन**[2] प्रतिमेमधे प्रकट होते. 1 Aberration. 2 Diffraction.

अपभ्रेषदोषाप्रमाणेच विवर्तनाचा दोषही नेत्रात विशेष उत्कट नसतो, कारण अगदी बिंदुमात्र तारका सहसा होत नाही. फार प्रखर उजेडात ती अशी संभवते. परंतु उजेड फार असला तर तो कमी करण्याची साधने हवी तेवढी

उपलब्ध असतात. डोळ्यापुढे झापड धरता येते. उजेड कमी केल्याने तारका विस्तारते. त्यानेच विवर्तन कमी होते. कृत्रिम भिंगात अपश्लेष हा दोष उत्पन्न होऊ नये म्हणून भिन्नगुणी काचांची अनेक भिंगे जोडून एक जोडभिंग करतात. एका काचेने जितका दोष उत्पन्न होतो तितका दुसऱ्या काचेने कमी केला जातो. विविधवर्णी किरणाशी विरुद्ध रीतींनी वागणाऱ्या काचा पाहिजेत. नेत्रात अशी योजना आयतीच झालेली असते. कनीयस **आंभस भिंग आणि वारुण यांचा समवाय बहुतांशी निर्दोष असतो.**

नेत्राचे मुख्य कर्तव्य म्हणाल तर ते असे सांगता येते. एकाद्या टिंबापासून नेत्रात येणारे किरण स्वभावतः फुलते असतात. ते योग्य तेवढे नमवून दृक्पटलावर जुळते करणे. या कामी जे डोळ्याचे सामर्थ्य तो **डोळ्याचा प्रभाव** होय. कनीयसाची गोलाई, नेत्रभिंगाची गोलाई, आणि प्रकाशमार्गातील सर्व द्रव्यांची प्रकाशविषयक घनता, या गोष्टींवर डोळ्यांचा प्रभाव अवलंबून असतो. सबंध डोळा हे जणू काय एकच भिंग असे कल्पून त्याचा प्रभाव सांगणे सोयीचे असते. प्रभाव मोजण्याची रीत अशी :–

एक चरण अंतरावर ज्याचे मुख्य केंद्र असते त्याचा प्रभाव[1] + १.

दशांश चरणावर ज्याचे मुख्य केंद्र असते त्याचा प्रभाव + १०

चाळिसांश चरणावर ज्याचे मुख्य केंद्र असते त्याचा प्रभाव + ४० इत्यादी.

$\frac{१}{४०}$ चरण = २५ mm. हीच नेत्राक्षाची लांबी. म्हणून डोळ्याचा प्रभाव + ४०.

1 Power.

नेत्रभिंग गढूळ झाले म्हणजे ते काढून टाकतात. त्याची उणीव + १० प्रभावाच्या भिंगाने भरून निघते. म्हणून नेत्रभिंगप्रभाव + १०. अनायासाने नेत्रभिंगाची जी फुगवटी राहते ती इतक्या बेताची असते की, ६ चरणांहून अधिक अंतरावर असलेल्या पदार्थावरून येणारा प्रकाश त्या पदार्थाची प्रतिमा उमटवितो. दृश्यपदार्थावरील टिंबाला दृक्पटलावर एक प्रतिटिंब अशा रीतीने अनेक प्रतिटिंबे यथाप्रमाण अंतरावर मांडलेली अशी एकवटून प्रतिमा बनलेली असते. दृश्य जवळ आले म्हणजे त्याची प्रतिमा दृक्पटलाच्या मागे जाऊ पाहते. ती त्या पटलावर आणण्याकरता **अंतरास अनुसरून नेत्राच्या प्रभावात वाढ करावी लागते. प्रभावात अशी वाढ करणे या क्रियेस अनुभावन,**[1] आणि अशीं वाढ करण्याच्या सामर्थ्यास अनुभाव, अशी नावे दिली आहेत. नेत्रभिंगाची फुगवटी वाढवून ती १ चरणावरचे दृश्य दिसण्यायोग्य करणे यास १ प्रतीचा अनुभाव लागतो, $\frac{१}{२}$ चरणावरचे दृश्य दिसण्याजोगे करणे यास २ प्रतीचा अनुभाव लागतो इत्यादी. लहान वयात परम

अनुभाव १२ प्रतीचा असतो. म्हणजे असे की १/१२ चरणावरचे सुमारे ८.३ cm. वरचे दृश्य स्पष्टपणे पाहता येते. वयोमानाने अनुभाव कमीकमी होत जातो. म्हणून त्याची भरपाई करण्याकरता फुगट भिंगाचे साहाय्य घ्यावे लागते.

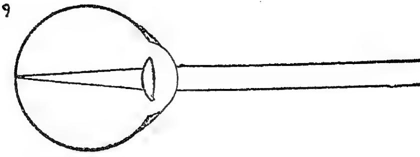
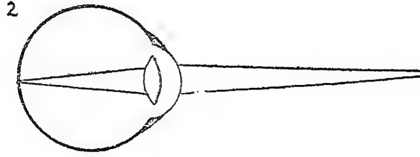
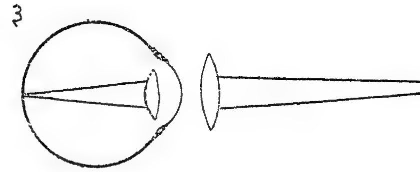
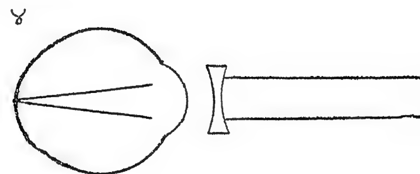
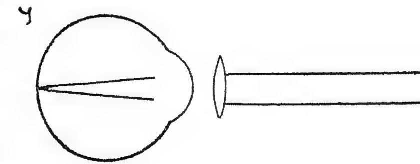
1 Accomodation.

काही जणांचे नेत्र वाजवीपेक्षा लांबट असतात. त्यामुळे तारकेत शिरणाऱ्या किरणशलाकेचा शंकू नेत्राच्या आत तयार होतो खरा; पण त्याचे टोक दृक्पटलापर्यंत पोचत नाही. ते अलीकडेच तयार होऊन पुन: उमलता किंवा फुलता शंकू तयार होऊन तो दृक्पटलावर जातो, त्यामुळे अशा लोकांना दूरचे पदार्थ चांगले दिसत नाहीत. नेत्र आखूड करण्याला काही उपाय नसतो. तथापि तो लांबट असतानाही प्रस्तुत पहिल्या मिटत्या शंकूचे टोक दृक्पटलावर येईल अशी युक्ति करता येते. ती युक्ती म्हणजे नेत्रापुढे योग्य खोलवटीचे भिंग ठेवणे, खोलगट भिंगाने अशा शंकूचे टोक दूर जाऊ शकते. ज्याचे नेत्र लांबट आहेत त्यांना खोलगट भिंगांचा चष्मा उपयोगी पडतो. **लांबट नेत्राची दृष्टी लघु असते.** आयासाने ती सुधारत नाही, आणि आयास करताही येत नाहीत. दुखणे नाही पण नीटसे दर्शन नाही, अशी अवस्था असते. **खोलगट भिंगांनी अशी दृष्टी सुधारते.**

काही जणांचे डोळे वाजवीपेक्षा आखूड असतात. त्यामुळे तारकेत शिरणाऱ्या प्रकाशशलाकेचा जो शंकू नेत्राच्या आत तयार होणार तो दृक्पटलावर जाऊन पोचला तरीदेखील त्याला टोक येत नाही. नेत्रात जे भिंग असते त्याची फुगवटी कमी करण्याची व्यवस्था नसते पण वाढवण्याची व्यवस्था असते. ही व्यवस्था म्हणजे नेत्रभिंगाच्या भोवतालचे पल्लवीमांसकंकण वापरणे ही होय. ज्यांचे नेत्र आखूड आहेत त्यांना कोणतेही दृश्य नीट पाहण्याकरिता असा मांसाचा वापर सतत करावा लागतो. त्यामुळे त्यांना श्रम अतिशय पडून त्यांचे डोळे दुखतात, डोके दुखते, आणखी देखील काही व्यथा होतात. ज्यांचे नेत्र निर्दोष आहेत त्याला असे श्रम करावे लागत नाहीत. ज्याचे डोळे लांबट आहेत त्याची दृष्टी कमी असते पण त्याला श्रम पडत नाही म्हणा किंवा करता येत नाहीत म्हणा, तो श्रम करीत नाही आणि त्याला व्यथा होत नाही हे खरे. ज्यांचे डोळे आखूड आहेत त्यांना मात्र व्यथा होते. ज्यांना आखूडपणाचा दोष थोडकासाच असतो त्याना श्रम करून का होईना दूरचे दिसू शकते. लांबट डोळ्यांना ते शक्य नसते. आखूड डोळ्यापुढे योग्य फुगवटीचे भिंग ठेवले असता त्यांना चांगले दिसू शकते आणि त्याच वेळी त्यांच्या दुखण्याचाही परिहार होतो. **आखूड डोळ्याची दृष्टी अतिदर असते ती फुगट भिंगांच्या चष्म्याने सुधारते.**

दीर्घनेत्री लोकांना लघुदृष्टी म्हणतात पण त्यांना **अदूरदृष्टी** म्हणणे[1] चांगले, कारण त्यांना जवळचे दिसते हा दोष नसून दूरचे दिसत नाही हा दोष आहे. त्याचप्रमाणे लघुनेत्री लोकांना दूरदृष्टी म्हणतात तेही बरोबर नाही; अतिदूरदृष्टी किंवा **अलघुदृष्टी**[2] असे म्हटले पाहिजे, कारण दूरचे दिसणे हा दोष नसून जवळचे न दिसणे हा त्यांचा दोष असतो. योग्य दृष्टीच्या माणसाला दूरचे तसे जवळचेही दिसले पाहिजे; ते दिसतेही.

1 Myopic.
2 Hypermetropic.

१

2

३

४

५


आ० ४०.८. १ दूरदर्शन. २ निकट दर्शनार्थ नेत्रभिंग फुगवणे. ३ नेत्रभिंगास काचभिंगाचे साहाय्य. ४ दीर्घ नेत्राकरता चष्मा. ५ ऱ्हस्व नेत्राकरता चष्मा.

रंग ही केवळ डोळ्यालाच समजणारी संवेदना आहे. ज्याचे डोळे चांगले आहेत त्याला तांबडा पिवळा हिरवा निळा इत्यादी रंगांच्या छटा कळून येतात. पावसाळ्यात कधी कधी आकाशात इंद्रधनुष्य दिसते. त्यात सात रंग दिसतात असे म्हणतात. तथापि बहुधा ते चार तरी स्पष्ट दिसतात. ते तांबडा पिवळा हिरवा आणि निळा असे असतात. प्रसंगविशेषी तांबड्यापिवळ्या मध्ये नारिंगी (अरुण), हिरव्या निळ्यामध्ये पारवा (अस्मानी), आणि निळ्यापलीकडे जांभळा, असे

आणखी तीन दिसतात. या साती रंगांना **इंद्रवर्ण** असे नाव आहे. रंग या शब्दाला तीन अर्थ आहेत. रंग म्हणजे प्रकाशाचा एक दृश्य प्रकार, रंग म्हणजे रंगीत पदार्थ आणि रंग म्हणजे त्या पदार्थाचा विशेष दृश्य गुण. रंगीत (रंजित) पदार्थाला रोगण म्हणतात. आपल्याला सूर्यप्रकाशात जे रंग दिसतात ते त्या प्रकाशाचे वर्ण होत, रोगणाचा जो रंग दिसतो तो त्या रंजित पदार्थाचा वर्ण होय.

रंगीत काचेचा उपयोग करून भिन्न रंगाचे दिवे करता येतात. समजा अशा सर्व दिव्यांची दीप्ती[1] सारखीच आहे; म्हणजे असे की, प्रत्येकातून सारख्याच मानाचा प्रकाशाचा ओघ बाहेर पडत आहे. आता असा एक तांबडा दिवा घेऊन तो अगदी सरळ समोर आणला आणि हळू हळू दूर दूर नेला, तर काही अंतरावर तो **तांबड्याऐवजी पिवळा** दिसतो आणि त्याहून दूर नेल्यावर धूसर दिसतो, आणखी दूर नेल्यावर तो दिसेनासा होतो. याप्रमाणे प्रत्येक रंगाच्या दिव्याची परीक्षा करून पहावी. पिवळा काही अंतरावर धूसर दिसतो आणि आणखी दूर नेल्यावर अदृश्य होतो. हिरवा आणि निळा हे काही अंतरावर धूसर आणि त्याहून अधिक अंतरावर अदृश्य होतात. नारिंगी (अरुण) दिवा धूसर दिसण्यापूर्वी पिवळा दिसतो आणि जांभळा धूसर होण्यापूर्वी पारवा (अस्मानी) दिसतो.

1 Luminosity.

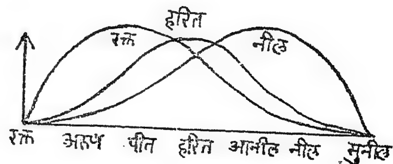
तांबडा दिवा दूर नेल्यानंतर पिवळा दिसतो हा काय चमत्कार आहे ? अंतरामुळे प्रकाशाचा प्रकार बदलतो हे संभवनीय नाही, कारण तोच दिवा जवळ आणल्यावर तांबडा दिसतो. अंतरामुळे संवेदनाच बदलत असली पाहिजे. ती का बदलते हा विचार करण्याजोगा प्रश्न आहे. प्रकाश सर्व दिशास फाकत जातो. तेव्हा दिव्यापासून जसजसे दूर जावे तसतसा कमी कमी प्रकाशाचा ओघ आपल्या डोळ्यात शिरतो. त्यामुळे कमी कमी तीव्रतेच्या चेतना उत्पन्न होतात. त्याचा हा परिणाम असला पाहिजे. या ठिकाणी प्रकाशाचा प्रकार आणि त्याने उत्पन्न होणारी संवेदना यात भेद मानणे अवश्य आहे. **प्रकाशप्रकार तो वर्ण** आणि **त्याने उत्पन्न होणारी संवेदना ती वर्णसंवेदना.** तांबडा वर्ण कमी तीव्रतेचा झाला म्हणजे पिवळ्याने जवळून उत्पन्न होणारी संवेदना उत्पन्न करतो असे म्हटले पाहिजे. जांभळा वर्ण कमी तीव्रतेचा झाला म्हणजे पारव्याने उत्पन्न होणारी संवेदना उत्पन्न करतो असे म्हटले पाहिजे. पिवळा निळा हिरवा यांची तीव्रता[1] कमी झाली तरी वर्णसंवेदना बदलून वर्णान्तर पावत नाही. म्हणून त्यांना **स्थिर**[2] **वर्ण** आणि इतरांना **अस्थिर**[3] **वर्ण** म्हणतात.

1 Intensity. 2 Stable. 3 Unstable.

दिवा बराच दूर नेला म्हणजे तो दिसेनासा होतो. सर्व रंगीत दिवे जरी सारख्याच दीप्तीचे असले तरी डोळ्यापासून दूर दूर नेताना ते दिसेनासे होण्याचे अंतर वेगवेगळे असते. त्यांचा अनुक्रम असा :– तांबडा, नारिंगी (अरुण), पिवळा, पारवा (अस्मानी), हिरवा, हिरव्याचे अंतर सर्वाहून अधिक असते. रंगाची संवेदना उत्पन्न होण्याकरता जी प्रकाशाची चेतिका लागते ती हिरव्या वर्णाची सर्वात कमी आणि तांबड्याची सर्वात अधिक असावी लागते. यासंबंधी आणखी एक गोष्ट ध्यानात ठेवण्यासारखी आहे ती अशी : केवळ प्रकाश समजून येण्याला जी चेतिका लागते तिजपेक्षा त्या प्रकाशाचा वर्ण समजून येण्याला मोठी चेतिका लागते. म्हणून वर्ण समजून येण्याकरता लागणारे डोळ्यापासून दिव्याचे अंतर केवळ प्रकाशाचे अस्तित्व समजून येण्याला लागणाऱ्या अंतरापेक्षा कमी असते. या दोन अंतरामधील जी दूरता तिला **प्रकाशवर्णदूरता**[1] असे नाव आहे. मानसिक परिणाम पाहता तांबडा वर्ण त्रासदायक आहे. तो चटकन नजरेत भरतो. निळा पारवा जांभळा हे वर्ण शांत आहेत. झोप येण्यास ते अनुकूल आहेत. शयनागाराच्या भिंतींना तो उचित आहे. हिरवा रंग मध्यम आहे, त्रासदायक नाही किंवा आळस आणणाराही नाही. हिरवा दिवा अभयसूचक आणि तांबडा दिवा भयसूचक म्हणून वापरण्याची चाल त्यामुळे पडली आहे.

1 Photochromatic interval.

एका अंधार कोठडीत शुभ्र पडदा ठेवून त्यावर तांबड्या प्रकाशाचा एक कवडासा टाकावा. मग त्याच्यावरच एक हिरव्या प्रकाशाचा कवडासा टाकावा. म्हणजे त्या प्रकाशाचा रंग पिवळा झाल्याचे दिसून येते. हिरवा आणि जांभळा असे प्रकाश मिसळले तर अस्मानी रंग उमटतो. निळा जांभळा यांच्या मिश्रणाने तोच रंग उमटतो. तांबडा हिरवा आणि जांभळा अशा वर्णांचे कवडासे मिसळले तर शुभ्र प्रकाश दिसून येतो. याच तीन वर्णांच्या योग्य मिश्रणाने कोणताही रंग उमटू शकतो, म्हणून त्यांना आद्य वर्ण[1] म्हणतात. एकाद्या त्रिधारी लोलकाच्या योगाने सूर्यप्रकाशाची वर्णावली मिळविली तर तिचे काही भाग स्पष्ट वेगवेगळे दिसतात. त्यांना आपण तशी नावेही दिली आहेत. परंतु या स्पष्ट भागांच्या सांध्यात मध्यम प्रतीचे वर्णही दिसतात त्यांना वेगळी नावे नाहीत. तथापि



आ० ४०.९ आद्यवर्ण आणि सप्त वर्ण.

वर्णमिश्रणात त्यांचा वापर करता येतो. हिरवा पारवा यांच्या सांध्यातला रंग घेतला आणि त्यात तांबडा मिसळला तर शुभ्र रंगच सिद्ध होतो. नारिंगी व निळा यांच्या मिश्रणानेही असा शुभ्र प्रकाशच मिळतो. पिवळा हिरवा यांच्या सांध्यातला वर्ण व जांभळा यांचे मिश्रण केले तर अशीच गोष्ट होते. ज्या दोन वर्णांच्या मिश्रणाने शुभ्र वर्ण मिळतो त्यांस एकमेकांचे **प्रतिवर्ण**[२] **किंवा पूरक वर्ण** म्हणतात.

1 Primary colours. 2 Complimentary colours.

सूर्यप्रकाशात सर्व वर्ण मिश्र असतात. त्याला शुभ्र किंवा बिनरंगी प्रकाश म्हणतात. कोणताही शुद्ध किंवा मिश्र वर्ण घेऊन त्यात शुभ्र वर्ण मिसळला तर त्या मिश्रणाची एकंदर चमक पुष्कळ असते पण मूळचा **वर्ण** कमी उठावदार होतो किंवा **विरळ होतो** असे म्हणतात. पुष्कळसा शुभ्र प्रकाश मिसळला असता मूळचा वर्ण मुळीच उमगेनासा होतो त्याची संहती[१] अत्यल्प होते.

1 Saturation.

वनातील किंवा उपवनातील फुलझाडे पाहिली तर ती सकाळच्या प्रहरी ज्या रंगाची दिसतात त्याहून दुपारी वेगळ्या वर्णाची दिसतात, तिसऱ्या प्रहरी आणखी वेगळ्या वर्णाची दिसतात. आणि चवथ्या प्रहरी पुनः वेगळीच दिसतात. लक्ष लावून पाहिले मात्र पाहिजे. सूर्यबिंब क्षितिजावर येताना ताम्र अरुण आणि सुवर्ण वर्णाचे होत होत शुभ्र होते. **त्या त्या प्रकाशात त्या वर्णाची फुले मात्र नीट तशी उठून दिसतात, इतर काळपटच दिसतात.** सूर्य जसजसा वर येतो तसतशी इतर वर्णाची फुलेही आपापल्या वर्णांनी चमकू लागतात, कारण शुभ्र सूर्यप्रकाशात सर्व वर्ण असतातच. त्या त्या वर्णाचे परावर्तन त्या त्या फुलावरून होते. सूर्यप्रकाश फारच प्रखर असतो तेव्हा ते ते वर्ण विरळ होऊन फिके दिसतात. काही विशिष्ट दिशेत कोणत्याही वर्णाचा पदार्थ शुभ्रच दिसतो. सूर्यप्रकाशाची प्रखरता कमी झाली म्हणजे पुनः मूळचे वर्ण प्रकट होतात. शेवटी सूर्य मावळताना तो उगवताना उमटतात त्याच्या उलट क्रमाने ते ते वर्ण मावळून जातात.

समजा आपण सूर्य मावळता मावळता आकाशाकडे पहात आहो. सूर्य मावळल्यानंतर थोड्याच वेळात तारका दिसू लागतात. आपल्याला कृत्तिकातील एक विशिष्ट तारका पहावयाची आहे. आपल्याला त्या वेळचे तिचे स्थान माहीत आहे. त्या स्थानाकडे टक लावून पाहता आपल्याला ती दिसत नाही. पण तेथून ४०° बाजूला दृष्टी चाळविली तर मात्र ती अपेक्षित ठिकाणीच दिसू लागते. या गोष्टीचे रहस्य काय आहे ? **सरळ रेषेत समोर दृष्टिसंवेदना उत्पन्न होण्याला**

जितका किमान चेतक प्रकाश लागतो त्यापेक्षा ४०° तिरप्या रेषेत दृष्टिसंवेदना उत्पन्न होण्याला कमी प्रकाश लागतो असे यातील रहस्य आहे. वरील प्रसंगी थोड्याशा वेळाने तारकांची चकाकी वाढते. मग ती तारका सरळ रेषेतही दिसू लागते. या ठिकाणी आणखी एक गोष्ट ध्यानात ठेवण्याजोगी आहे ती ही की आपल्या डोळ्यांची एकंदर संवेदिता, सभोवार असलेला प्रकाश कमी झाला म्हणजे हळू हळू वाढत जाणारी आहे. संध्यासमयी ही गोष्ट चांगली प्रत्ययास येते. भर दुपारी कोणतीच तारका दिसत नाही. चंद्रसुद्धा क्षितिजावर असला तरी दिसत नाही. सूर्य मावळताच क्षितिजावरील तारे उत्तरोत्तर अधिक दिसू लागतात.

प्रकाशकिरण हे सर्वव्यापी संवहामध्ये उसळणारे तरंग आहेत. एकाद्या शांत तळ्यात खडा टाकल्याने उसळणारे तरंग आपण पाहू शकतो. त्यांचे स्वरूप टेंगूळ खड्डा, टेंगूळ खड्डा, असे असते. अशा दोन लागोपाठच्या टेंगळांच्या शिखरामधील जे अंतर त्यास त्या तरंगाची लांबी किंवा आयाम म्हणतात. अशाच धरतीवर प्रकाशतरंगांची लांबी मोजलेली आहे. ही लांबी फार लहान असते. ती मोजण्याकरता चरणखर्वांश हे एकमान घेतात. चरण म्हणजे मीटर, प्रौढ माणसाच्या टाचेपासून कमरेच्या ढोपरापर्यंतचे अंतर चरणाइतके असते. चरणखर्वांशाने मोजणी केली असता आढळते की वर्णगणिक तरंगायाम (तरंगाची लांबी) वेगवेगळा असतो. संवह Ether.

तांबडा ८४०० ते ६३००. अरुण ६३०० ते ६००० पिवळा ६००० ते ५७००. हिरवा ५७०० ते ५०००. पारवा ५००० ते ४३०० निळा ४३०० ते ४००० जांभळा ४००० ते ३०००. खर्वांश (A. U.) लिहिण्याची रीत १०$^{-१०}$ दहाच्या खांद्यावर उणे दहा अशी आहे.

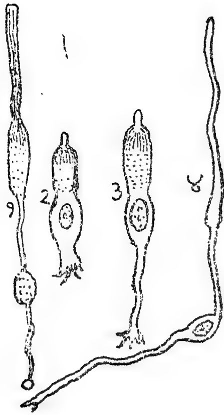
कृत्तिकादर्शनासंबंधी आताच जो अनुभव सांगितला त्यावरून असे दिसून येते की अंधारामध्ये सुयोजन-अवधी लोटल्यानंतर किमान ०.८१ × १०$^{-१६}$ इतका हरितप्रकाश दृक्पटलाच्या नाकाकडील बाजूला ४०° परिसरात चेतना उत्पन्न करू शकतो.

दृक्पटलाच्या मध्यभागी चेतना उत्पन्न होण्याला किमान

६२६·९९ × १०$^{-१६}$ वॉट (ओज)	तांबडा	६५५० चरणखर्वांश
१३०·२८ ×	नारिंगी	६१६०
२७·९६ ×	पिवळा	५८००
१·९५३ ×	हिरवा	५२००
१५·६२ ×	पारवा	४६३०

प्रकाश अवश्य असतो

आपल्या दृष्टिपटलाची रचना पाहू जाता ती मध्यभागी आणि परिसरात वेगवेगळी असते असे आढळते. मध्यभागी प्रकाशाच्या योगाने चेतना घेणाऱ्या पेशिका शंकुरूप[1] असतात आणि परिसरात शलाकारूप[2] असतात. मध्यभागाच्या पण परिसराच्या आत शलाका आणि शंकू या दोही प्रत्यंगांचा समावेश असतो. शलाका क्रमशः परिसराकडे अधिक आणि शंकू मध्याकडे अधिक असतात. **प्रत्येक शंकू एकेका स्वतंत्र चैतनिक तंतूशी जोडलेला** असतो. परंतु **शलाका** मात्र **अनेकशः एका चैतन तंतूस जोडलेल्या असतात**. अशा रचनेमुळे प्रत्येक शंकू आपली चेतना स्वतंत्र वाटेने मेंदूस पोचवू शकतो. परंतु शलाका तसे करू शकत नाहीत. एका तंतूशी जितक्या शलाका जोडलेल्या असतात तितक्या सगळ्या मेंदूतील एकाच ठिकाणी चेतना पोचवू शकतात. म्हणून शंकूतून मिळालेल्या चेतनांनी दृश्य बिंब रेखीव स्पष्ट आकृतीचे दिसते तसे शलाकातून मिळालेल्या चेतनांनी ते दिसू शकत नाही.



आ० ४०.१० दृक्पटलातील प्रत्यंगे. १ शलाका २ परिसरीय ३ मध्यंतरीय आणि ४ नाभिकेय शंकू. (Form and function of the eye.Duke-elder.)

1 Cone 2 Rod.

शलाकांमुळे आकृतिज्ञानात जरी उणेपणा उत्पन्न होत असला तरी त्यांच्यामुळेच अल्प प्रकाशाने चेतना उत्पन्न होण्याची सोय झाली आहे. हा मोठाच लाभ आहे. एकेक शंकु वेगवेगळी चेतना उत्पन्न करू पहात असल्यामुळे अल्पप्रकाशात ते मुळीच चेतना उत्पन्न करू शकत नाहीत. पण बहुत शलाका मिळून एक चेतना उत्पन्न करू पहात असल्यामुळे अल्पप्रकाशात त्यांचा संकलित परिणाम चेतना उत्पन्न करण्यात होतो. **रात्रीचा देखावा आणि दिवसाचा देखावा यात जो फरक** पडतो त्याचे कारण हेच होय.

सकाळी किंवा सायंकाळी निळ्या आकाशाकडे पाहता समोरून लक्ष काढून घेतले असता डोळ्यापुढे जणू काजवे लुकलुकत आहेत किंवा रुपेरी टिकल्या वहात आहेत असा भास होतो. या टिकल्या म्हणजे खरोखरी **आपल्याच डोळ्यातील आरक्तकणिका** होत. त्या वाहिन्यातून वहात असल्यामुळे असा देखावा

दिसतो. एरवी त्याजकडे आपले लक्ष जात नाही. ही गोष्ट पहाण्याकरिता सूर्याकडे पाठ करावी.

दिवसाउजेडी झाडेझुडपे, पशुपक्षी, दगडधोंडे इत्यादि पदार्थांचा रंग, त्यांचा आकार आणि आकृती यांचे ज्ञान आपल्याला आपल्या नेत्रद्वारा चांगले होऊ शकते. **संध्याकाळच्या वेळी** त्याच पदार्थांच्या आकृतीत फरक दिसून येत नाही, पण रंगात फरक दिसू लागतो. रात्र पडेपर्यंत सर्व रंग मावळतात. पण प्रथम तांबडा, मग निळा, मग हिरवा, असा क्रम आढळतो. अंधाऱ्या रात्री तारकाप्रकाशात फारच थोडे आणि तेही ढोबळपदार्थ दिसून येतात, तेसुद्धा अस्पष्टपणे. त्यावेळी प्रयत्नतः एकाद्या पदार्थावर दृष्टी रोखून त्याची आकृती निरखून पाहू म्हटले तरी ते शक्य होत नाही. लिहिलेली अक्षरे वाचता येणे ही आकृतिज्ञानाची कसोटी आहे. वृद्ध माणसे हे आकृतिज्ञान नीट व्हावे म्हणून भिंगांची मदत घेतात. तथापि ही मदत तारकाप्रकाशात उपयोगी पडत नाही. भिंगांच्या मदतीने जी स्पष्टता दिवसा येते ती रात्री येत नाही. वृद्ध आणि तरुण यांची दृष्टी रात्रीच्या प्रहरी सारखीच असते. रात्रीच्या प्रहरी अंधारात चाचपडत असताना सभोवारच्या बऱ्याच जिनसा आपल्याला अस्पष्टपणे का होईना पण दिसत असतात. अशा वेळी एकादा झगझगीत दिवा आणला तर जवळपासच्या जिनसा आपल्याला स्पष्ट दिसू लागतात (याप्रसंगी वृद्धांना भिंगांचा उपयोग होतो.) परंतु सभोवारच्या गोष्टी, ज्या पूर्वी अंधुकपणे का होईना दिसत असत त्या दिसेनाशा होतात. असे का व्हावे ?

आपण जेव्हा एकादे लिखित वाचीत असतो तेव्हा त्यातील एकादे अक्षरच आपणास स्पष्ट दिसते. त्याभोवतालची अक्षरे आपल्याला दिसतात पण ती ओळखण्याइतकी स्पष्ट दिसत नाहीत. जे जे अक्षर वाचायचे त्या त्या अक्षरावर दृष्टी रोखावी लागते. अशी दृष्टी रोखली असताना त्या त्या अक्षराचे प्रतिबिंब नेमके दृष्टिपटलाच्या मध्यभागी पडते. सभोवतालची अक्षरे सभोवारच्या पटलभागावर प्रतिबिंबित होतात. **दृक्‌पटलाच्या मध्यभागीच तेवढे आकृतिज्ञान स्पष्टपणे घेतले जाते.** इतरत्र ते तसे घेतले जात नाही असे म्हणावे लागते. दिवसाच्या व रात्रीच्या दृष्टीत जो फरक पडतो त्यावरून असेही म्हणावे लागते की अंधुकप्रकाशात दृक्‌पटलाच्या मध्यभागी देखील आकृतिज्ञान स्पष्टपणे घेतले जात नाही. किंबहुना अशी एक प्रकाशाची इयत्ता आढळते की तिजमुळे दृक्‌पटलाच्या मध्यभागी चेतना मुळीच उत्पन्न होत नाही. पण परिसरात प्रकाशाची चेतना स्पष्टपणे उत्पन्न होते. **दृक्‌पटलाच्या परिसरात चेतना उत्पन्न होण्याला कमीतकमी जितका प्रकाश**

पुरतो त्याच्या सुमारे आठशे पट तांबडा प्रकाश मध्यभागी चेतना उत्पन्न करण्या-करता अवश्य असतो असे वर सांगितलेच आहे.

जी गोष्ट आकृतीसंबंधी तीच रंगासंबंधीही लागू पडते. रंगागणिक वेगवेगळी चेतना शंकूत उत्पन्न होते तशी शलाकात होत नाही. अत्यल्प प्रकाशात शलाकांना तसे शंकूंनाही सर्व रंग सारखेच असतात. मध्यमप्रकाशात शंकूत वर्णविवेक अधिक चांगला असतो. अतिप्रकाश झाला म्हणजे पुनः शंकूतही विवेक नाहीसा होतो. **वर्णविवेकाच्या बाबतीत मानवी नेत्राची सर दुसऱ्या कोणत्याही प्राण्याच्या नेत्रास येत नाही.**

नेत्राची वर्णविषयक संवेदिता निरनिराळ्या वर्णाविषयी निरनिराळी असते. वर्णसंवेदिता पीतस्थानात सर्वाधिक असते. तेथून परिसीमेपर्यंत ती क्रमशः कमी होते. शंकूंची संवेदिता पीतवर्ण प्रकाशासंबंधी सर्वाधिक असते. वर्णावलीच्या दोनही टोकांकडे ती कमी होत जाते. सभोवारच्या उजेडाच्या तीव्रतेनुसार संवेदिता बदलत जाते. दिवसाउजेडी संवेदिता पीतवर्णासंबंधी उत्कट असते ती सायंप्रकाशात नीलवर्णाकडे सरकते. तारकाप्रकाशात वर्णसंवेदिता शून्य होते.

आपले जे दोन डोळे उघड दिसतात त्यांना **चर्मचक्षू** म्हणतात. याखेरीज आपणाला एक **ज्ञानचक्षू**ही असतो. तो अर्थात उघड दिसत नाही पण असतो. तो आपल्या डोक्यात अगदी मागल्या अंगाला असतो. आपल्याला बाहेर जी ज्ञानेंद्रिये दिसतात ती अग्रेंद्रिये होत. अग्रामागे मेंदूपर्यंत ती पसरलेली असतात. स्पर्शेंद्रिय, रसनेंद्रिय, घ्राणेंद्रिय, श्रवणेंद्रिय यांचे मेंदूपर्यन्त असणारे अवयव आपण पाहिले आहेत तसेच ते दर्शनेंद्रियाचेही पाहून घेतले पाहिजेत. प्रकरण १५ आ० ७ व ८ यातील मेंदूच्या छालीच्या नकाशात दर्शनमर्म दर्शविलेले आहे. या केंद्राचा विशेष असा आहे की यातील केवळ अर्धे मर्म एका गोलार्धात आणि बाकीचे अर्धे दुसऱ्या गोलार्धात अशी वाटणी असते. एकंदर ज्ञानचक्षू एक.

चर्मचक्षू आणि ज्ञानचक्षू एवढ्याने चक्षूंची गणती संपत नाही. मेंदूच्या एकेका गोलार्धात दोन दोन **कर्मचक्षू** आहेत. मेंदूच्या तळात मस्तिष्काभोवती दृक्-पथांचा वेढा पडलेला असतो. त्यांच्या शेवटी जानुकात एकेक आणि ऊर्ध्वगुलिकेत एकेक असे दोन दोन चक्षू असतात. त्यातले जानुकचक्षू ते **मध्यस्थ चक्षू** होत. ते चर्मचक्षू आणि ज्ञानचक्षू यांच्यात मध्यस्थी करतात. गुलिकाचक्षूंना **धर्मचक्षू** असे नाव दिले आहे. धारणात् धर्मः या न्यायाने हे नाव दिले आहे. शरीरधारणा-करता नयन व संश्रवण यांच्याद्वारे जे ज्ञान व्हावयाचे ते करून देण्याचे कार्य गुलिकांचे असते. अधरगुलिकांचे संबंध संश्रवणाशी असतात आणि ऊर्ध्वगुलिकांचे

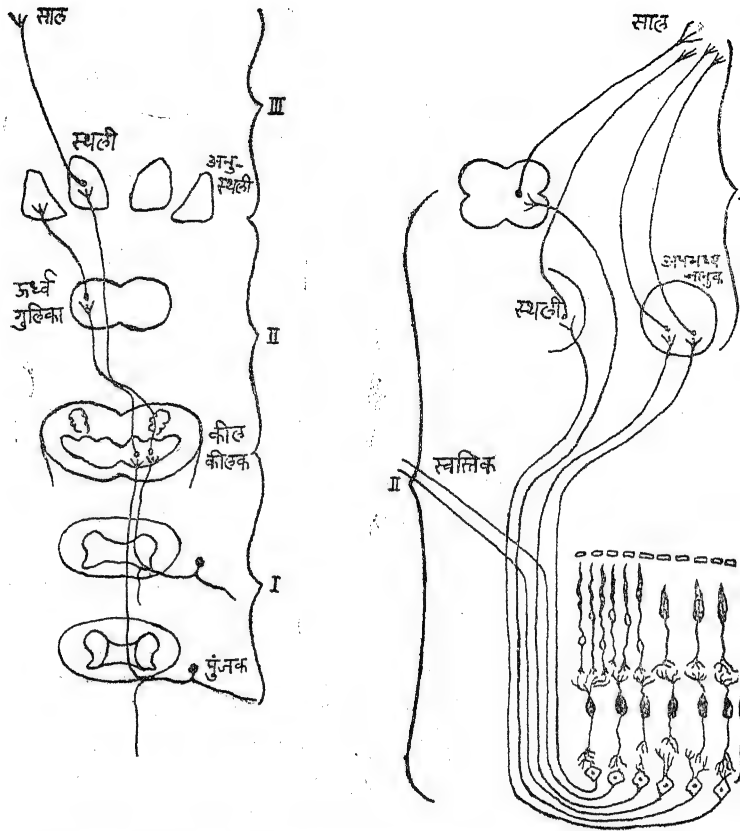
संबंध (नयनाशी) दर्शनाशी असतात. ज्ञानचक्षूतून म्हणजे दर्शनमर्मातून निघणारे तंतू ऊर्ध्वगुलिकेत येऊन पोचतात. तेथून निघणारे तंतू मस्तिष्कातील नेत्रचालनी चेतनीची मर्मे, अकराव्या करोटिचेतनीची मर्मे आणि कशामर्मापैकी प्राक्वृंदमर्म यास जाऊन मिळतात. हे तंतू मस्तंक-मस्तुक-वृंद[1] आणि मस्तंककशीय[2] वृंद यात असतात. शरीर सावरण्यासंबंधी नेत्रद्वारा होणाऱ्या परावर्तनास ते उपयोगी असतात. म्हणूनच गुलिकाचक्षूंना धर्मचक्षू म्हटले आहे.

1 Tectobulbar 2 Tectospinal

चर्मचक्षू तेवढे आपल्याला बाहेरून दिसतात बाकीचे चक्षू करोटीत असतात त्यांना कपालचक्षू म्हणतात. कपाल म्हणजे कवटीच. या चक्षूंचे परस्परसंबंध आता आपण पाहून घेतले पाहिजेत. प्रथमतः चर्मचक्षूचीच अंतर्गतरचना पाहू या. चर्मचक्षूची ढोबळ रचना पूर्वीच सांगितली असून दृष्टिपटलाचीही रचना अंशतः सांगितली आहेच. तिचाच थोडा विस्तार आता पाहावयाचा आहे. दृष्टिपटलात अनेक थर आहेत त्यातील सर्वांत अंतर्गत थर जो वारुण द्रवास टेकून असतो तो दृशीय चेतनीच्या तंतूंचा बनलेला असतो. हे तंतू ज्या पेशिकातून निघतात त्यांचे लघुतंतू बाहेरच्या अंगाला असतात. त्यांच्या बाहेर पेशिकांचा थर असतो त्या पेशिका दुटोकी (द्विकूट) असतात. त्यांच्या बाहेर मागे सांगितलेल्या शलाका आणि शंकूंचा थर असतो. त्याच्याही बाहेर अपिस्तर पेशिका असतात त्यात रंजक किंवा पिंजककण असतात. प्रकाश डोळ्यात येतो तो प्रथम चेतनतंतूवर पडतो खरा पण तो तेथे चेतना उत्पन्न करीत नाही. दृशीय चेतनीचे बिंब आतील अंगाला असते. त्याच्या बाहेरच्या अंगाला तिचेच तंतू असतात. त्यांच्या बाहेर शलाका शंकू पिंजक अपिस्तर हे काही नसते. या बिंबावर प्रकाश पडला असता दृष्टिसंवेदना उत्पन्न होत नाही. म्हणून त्याला **अंधस्थान**[1] म्हणतात. शलाकाशंकूमधेच दृष्टिसंवेदना उत्पन्न होतात.

1. Blind spot.

दृष्टिसंवेदन हे विशिष्ट संवेदन आहे. त्याचे मार्ग आणि सामान्य स्पर्शसंवेदनाचे मार्ग यांची तुलना लाक्षणिक रीतीने पुढील आकृतीत दर्शविली आहे. प्रत्येक मार्गात तीन चित्तिका असतात. सामान्य संवेदनात पहिली चित्तिका बरीच लांबलचक आहे. बाह्य त्वचेपासून मस्तुकापर्यंत तिची लांबण आहे. दृष्टिमार्गामधे पहिली चित्तिका सूक्ष्म आहे. ती दृक्पटलाचा एक भाग आहे. सामान्य-संवेदन -मार्गातील दुसरी चित्तिका मस्तुकापासून स्थलीपर्यंत असून तिसरी तेथून मस्तुछालीपर्यंत आहे. दृष्टिमार्गातील दुसरी चित्तिका दृशीय चेतनीत असून ती अपमध्य



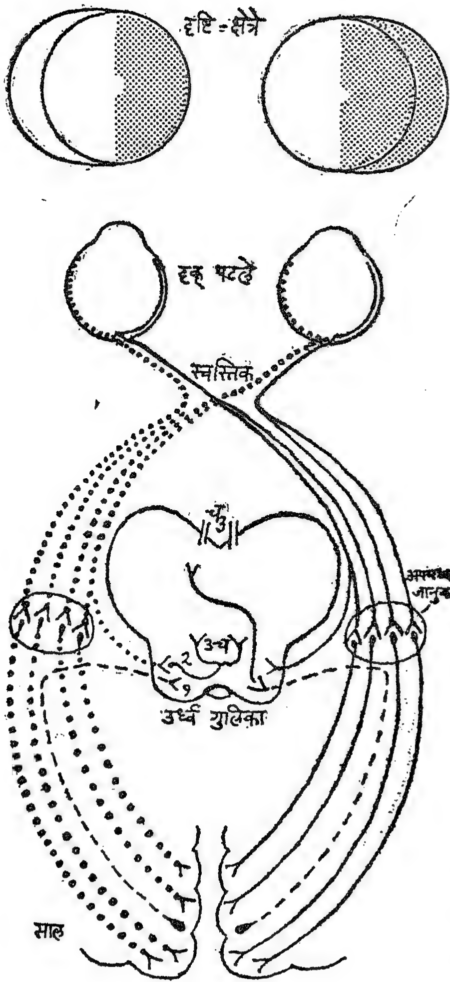
आ० ४०.११ सामान्य अंतर्मुख चेतनामार्ग आणि दृष्टिचेतनामार्ग. त्रिभाग,

जानुकात किंवा स्थलीत किंवा ऊर्ध्वगुलिकेत समाप्त होते. तेथून तिसरी निघून मस्तकाच्या छालीपर्यंत जाते. दुसऱ्या चित्तिकेच्या समाप्तिस्थानांपैकी स्थली हे स्थान निश्चित नाही. बाकीची दोनही निश्चित आहेत. त्यांपैकी जानुकाला आपण मध्यस्थ मर्म म्हटलेले असून ऊर्ध्वगुलिकेला धर्मस्थान म्हटले आहे. दृशीय चेतनीच्या लक्षावधी तंतूंपैकी ८० टक्के जानुकात जातात. दुसऱ्या क्रमाच्या चित्तिकांच्या तंतूंपैकी काही स्वस्तिकातून डावी उजवी बाजू बदलतात; हेही आकृतीत दाखविले आहे. हीच गोष्ट या नंतरच्या आकृतीत अधिक स्पष्टपणे दाखविली

आहे. प्रत्येक दृक्पटलाच्या गालाकडील अर्ध्यातील तंतू ज्या त्या बाजूला जातात आणि नाकाकडील अर्ध्यातील तंतू मात्र बाजू बदलतात. देखाव्याची प्रतिमा दृक्पटलावर उतरण्यापूर्वी नेत्रभिंगातील किरणव्यत्यासामुळे बाजू बदलतात. एकूण परिणाम असा होतो की **देखाव्याचे डावे अर्ध उजव्या मस्तकार्धात आणि उजवे डाव्या मस्तकार्धात संवेदन उत्पन्न करते.** अशीच उलटापालट सामान्य संवेदनांचीही होत असते.

दृष्टिपटलात **पीतस्थान म्हणून जे सांगितले आहे त्यातून निघणारे चैतन-तंतू दोनही गोलार्धांतील ज्ञानचक्षूत जातात.** कोणताही एक ज्ञानचक्षू निकामी झाला तरी पीतस्थानावर प्रतिमा टाकणारा देखाव्याचा भाग दिसतो. दोनही ज्ञानचक्षू गेले तरच पूर्ण अंधत्व येते. एक गेल्याने तसे होत नाही. पीतस्थानावरचा सर्व आणि इतर मात्र अर्धा देखावा दिसतो. निकोप दोनही डोळ्यातील क्षेत्रे जमून आपणाला दिसतात. पुष्कळसा देखाव्याचा भाग दोनही डोळ्यांनी दिसत असतो. त्या त्या बाजूची एक लहानशी कोर मात्र एकेका डोळ्यानेच दिसत असते. आकृतीत या गोष्टी सुचविल्या आहेत. गुलिकेकडे चेतना जातात आणि तेथून संक्रमणाने इतर कर्मेंद्रियांकडे जातात, ही गोष्ट तिसऱ्या करोटिचेतनीमर्माशी संक्रम दाखवून सुचविली आहे. गुलिकेत चेतना येतात त्या थेट दृक्पटलातून आणि ज्ञानचक्षूतूनही येतात हेही दर्शविले आहे. पंधराव्या प्रकरणात उपवेधिका म्हणून जो तंतुसमूह सांगितला त्यातील दृष्टिकिरणांचा भाग प्रस्तुत दर्शनमार्गातील तिसऱ्या क्रमांकाच्या चित्तिकातंतूंचा बनलेला असतो. हे तंतू मेंदूच्या अपमध्य-विवराच्या पश्च शाखेला लागून असतात.

आता ज्यांना कर्मचक्षू म्हणून म्हटले त्याचा विचार करावयास पाहिजे. मेंदूच्या शीर्षीय आणि भालीय भागात संचालन–मर्मांचा पट्टा आहे. त्यात डोळ्यांची मर्मे आहेत. ही इतरांबरोबर डोळ्याची सामान्य व्यवस्था झाली. या नेत्रमर्माच्यापुढे भालीय क्षेत्रातच कर्मचक्षू आहे. एकाद्या दिशेस पाहणे असल्यास तिकडे दृष्टी रोखता येण्याकरता मान वळवावी लागते, डोळेही वळवावे लागतात. ही सामान्य हालचाल झाली. याखेरीज विशेष व्यवस्था म्हणजे दोनही डोळ्यांचे अक्ष दृश्यावर रोखावे लागतात. त्याकरता डोळ्यांची एकमेकास जुळणारी हालचाल करावी लागते. हे उभयानुसंधान[१] होय. याशिवाय नेत्रभिंगाची फुगवटी दृश्याच्या अंतरास योग्य आणि नेत्रतारकेचा विस्तार प्रकाशास योग्य करावा लागतो. याकरता विशेष कर्मचक्षूंची योजना असते. या कर्मचक्षूंपैकी एक जोडी भालदेशात सामान्य संचालनमर्मांच्या पट्टयापुढे असते आणि दुसरी ज्ञानचक्षूच्या



आ० ४०.१२

चर्मचक्षू, कर्मचक्षू, मध्यस्थ चक्षू, धर्मचक्षू व ज्ञानचक्षू. दृक् पटलापासून मेंदूच्या सालीपर्यंत.

पुढे वरच्या भागात असते. असे हे चार कर्मचक्षू असतात. दोन नेत्रांचे एकमेकाशी अनुसंधान ठेवणे, भिगाची फुगवटी दृश्याच्या अंतरास योग्य ठेवणे आणि तारकाविस्तार योग्य ठेवणे या विशिष्ट योजनांकरता जो चक्षू तो ज्ञानचक्षूला लागून पुढे असतो. या चक्षूस आपण वीक्षण म्हणावे, कारण हे विशिष्ट ईक्षण आहे. दुसरे सामान्य ईक्षण आहे. त्यास लोचन म्हणावे. म्हणजे **कर्मचक्षूंची एक जोडी लोचनांची** आणि **दुसरी वीक्षणांची** अशी वर्णने व्यवस्थित होतील. जोडी म्हणजे डाव्या उजव्यांची जोडी.

1 Convergence.

आतापर्यंत सांगितलेल्या **चक्षूंची संख्या अकरा** झाली आहे. ही रुद्रदेवतांची संख्या आहे. या देवतात प्रमुख शंकर. त्याला एक कपालनेत्र आहे असे सांगतात. कपालनेत्र म्हणजे कवटीतील नेत्र. माणसाच्या करोटीत नऊ नेत्र असतात. त्यातील एक ज्ञानचक्षू.

दर्शनज्ञान त्या चक्षूने होते. या ज्ञानाचा तात्काल उपयोग शरीरधारणास होतो. चर्मचक्षू मिटले म्हणजे चक्षुर्ज्ञान सर्वच लोप पावते. सर्व चाक्षुष चेतना बंद होतात. शरीराचा तोल नीटसा सावरता येत नाही. जो थोडासा सावरता येतो तो संस्थात्रातून येणाऱ्या संवेदनांनी. त्यांना धर्मचक्षूचे साहाय्य पाहिजे असते. डोळे उघडल्याबरोबर चर्मचक्षूवाटे चेतना वाहू लागतात. त्या धर्मचक्षूंना पोचतात तशा ज्ञानचक्षूला पोचतात. तेथे उत्पन्न होणाऱ्या ज्ञानानुसार आलोकन सहजच घडते. परंतु विशेष इच्छेनुसार आपण विशेष दृश्य पाहण्याची क्रिया करू शकतो. त्याकरता आलोचन आणि वीक्षण करणाऱ्या कर्मचक्षूंचा उपयोग होतो. चर्म आणि ज्ञान यांच्यात मध्यस्थी करणारे चक्षू दर्शनास नित्य उपयोगी पडणारे आहेत.

प्रकरणाच्या आरंभीच कनीनिकेसंबंधी विवेचन केले आहे. कनीनिकेमधे ज विवर असते त्यास तारका म्हटले आहे. कनीनिकेत तारकाविस्तारक आणि तारकाकुंचक असे दोन स्नायू समाविष्ट असतात. तारकेचा आकार प्रकाशाच्या तीव्रतेनुसार बारीक होत असतो ही क्रिया परावर्तनरूप असते. ती इच्छाधीन नाही. या परावर्तनाचे अंतर्मुख तंतू दृशीय चेतनीत असतात. ते अपमध्य जानुकाशी पोचण्यापूर्वीच बाजूला वळून ऊर्ध्वंगुलिकेच्या बाहुकेमधून मस्तिष्क गाठतात. तेथे त्यांना शाखा फुटते. ती एका मध्यस्थ चित्तिकेच्या द्वारा दुसऱ्या अंगाच्या नेत्रचालनी-मर्मापर्यंत चेतना पोचवते. मूळ तंतू ज्या त्या अंगाच्या नेत्र-चेतनी-मर्मापर्यंत चेतना पोचवतो. या मर्मापासून निघणारे **प्रतिकारुणिक तंतू पल्लवी-पुंजकात** जातात. तेथून ते ऱ्हस्व पल्लवी तंतू म्हणून कनीनिकेत जातात. ते तारकाकुंचक असतात. **तारकाविस्तारक मर्मही आकुंचकाशेजारीच** असते. तेथून निघणारे तंतू कशेतील पृष्ठीन भागात जाऊन तेथून निघणाऱ्या तंतूच्या द्वारा वरिष्ठ ग्रैवपुंजकापर्यन्त चेतना पोचवतात. पाचव्या चेतनीच्या नेत्रीय शाखेच्या संगतीत प्रस्तुत पुंजकातून निघणारे तंतू दीर्घ पल्लवी चेतन्यांच्या द्वारा कनीनिकेत पोचतात. ते विस्तारक असतात, वेदना दुःखावेग इत्यादि भावनांचा परिणाम या कारुणिक तंतुद्वारा कनीनिकेवर होतो. प्रकाशाने जे परावर्तन घडते ते आकुंचनात्मक असतें आणि उभयपक्षी असते. एका डोळ्यावरचा प्रकाश दोनही तारकांचे आकुंचन घडवतो. अनुभावन म्हणजे भिंगाची फुगवटी दृश्यदूरतेस योग्य करून घेणे. अनुभावनाबरोबरच तारकाकुंचन घडत असते.

प्रकरण ४१

दृष्टिमापन

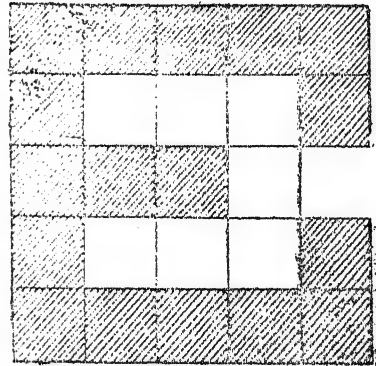
लिहिता वाचता येणे ही गोष्ट अत्यंत महत्त्वाची आहे. वयाच्या सहाव्या वर्षापासून मुलांना लिहिणे वाचणे शिकवण्याची चाल आहे. एकदा जो या कला शिकला आहे त्याला त्यांचा उपयोग जन्मभर होत असतो. या दोन कला अवगत होण्यास ऐकू चांगले आले पाहिजे, स्मृती चांगली असली पाहिजे, हात नीट वळला पाहिजे आणि जीभही नीट चालली पाहिजे. या सर्व गोष्टी खऱ्या असल्या तरी त्या सर्वांत मध्यवर्ती गोष्ट दृष्टी तीव्र असली पाहिजे ही आहे. अक्षरांची लांबीरुंदी आणि वळणे डोळ्यांना नीट दिसली पाहिजेत. एकाद्याला जर ती नीट दिसली नाहीत तर तो त्याचा दोष समजला पाहिजे. **दृष्टी मोजण्याचे** एक **आप्त–मान**[1] ठरून गेलेले आहे. दृष्टीची तपासणी करून घ्यावयास तद्विदाकडे गेल्यास दृष्टी $\frac{६}{६}$, $\frac{६}{१२}$ इत्यादी स्वरूपाचा निर्णय मिळतो. ही दृष्टीची तीव्रता मोजण्याची रीत कशावरून निघाली आहे ते प्रथम पाहून घेतले पाहिजे.

1 Standard measure.

एकाद्या अंधाऱ्या रात्री आकाश निरभ्र असताना वर भगोलाकडे पाहिले असता शेकडो तारे दिसून येतात. कोणत्याही ताऱ्याला काही आकृती आहे असे दिसत नाही. तारा वाटोळा, चौकोनी की तिकोनी ते कळत नाही. अमुक तारा मोठा आहे असे म्हणतात तेव्हा तो अधिक चमकदार आहे असाच अर्थ असतो. त्यातून अधिक प्रकाश आपल्या डोळ्याला दिसतो एवढे खरे. त्याच्या शरीराच्या सीमा आपल्याला कळतात असे नव्हे. डोळ्यात प्रकाश किमान पाहिजे तेवढा किंवा त्याहून अधिक आला म्हणजे तो ज्या दिशेने येतो त्या दिशेत देदीप्यमान पदार्थ आहे एवढे कळते. **दृश्य पदार्थाचा आकार समजण्यास त्याच्या दोन भागापासून निघालेला प्रकाश डोळ्यात दोन भिन्न चैतनतंतूवर पडला पाहिजे.** तो जर एकाच तंतूवर पडला तर तो एकच दृश्यबिंदू असल्याची जाणीव उत्पन्न करतो. ताऱ्यापासून मिळणाऱ्या प्रकाशाचे असेच घडते. तो प्रकाश एकवटून एकाच तंतूत चेतना उत्पन्न करतो. दुर्बिणीतून पाहता देखील तारे बिंदुमात्र दिसतात. ते अत्यंत मोठ्या अंतरावर असतात असे त्यावरून अनुमान आहे.

चंद्रबिंब स्पष्टपणे रुंद असते. त्याला काही आकार असतो. आपला हात ब पसरून आंगठा, चंद्र व आपला डोळा यांच्या मधे उभा केला तर आंगठयाच्या ा ठिकाणच्या रुंदीने चंद्रबिंब झाकले जाते. आंगठयाऐवजी एक निमुळती पट्टी ली तर नेमक्या किती रुंदीने चंद्रबिंब झाकले जाते ते ठरवता येते. ही जी ची रेषा तिच्या दोन टोकांचा आपल्या डोळयाशी झालेला जो कोन ष्टिकोन) तो अर्धा अंश भरतो. चंद्र आपणापासून हजारो मैल दूर आहे ून त्याची रुंदी आपणाला थेट मोजता येत नाही. सूर्याच्या प्रकाशाने दिसणारे ळ पदार्थ जवळ घेऊन मोजता येतात. त्यांची पाहणी करून समजून येऊ ते की, अर्ध्या अंशाच्या कोनात ६ चरण अंतरावर ०·०५ चरण रुंदीचा पदार्थ तो, बारा चरण अंतरावर ०·१ चरण रुंदीचा आणि ६० चरण अंतरावर , चरण रुंदीचा पदार्थ बसतो.

दृष्टीची तीव्रता[1] तपासण्याकरता तद्विद लोक एक कागदाची पाटी उभी न ठेवतात. या पाटीवर अक्षरांच्या रांगा एकाखाली एक लिहिलेल्या असतात. क ओळीतील सर्व अक्षरे सारख्याच उंचीची आणि सारख्याच जाडीची अस- . अक्षरांची उंची आणि जाडी क्रमशः ळच्या ओळीत कमी ठेवलेली असते. ीत वरच्या ओळीतील अक्षरांचा तळ ण माथा यांच्यापासून समोर ६० गावर असलेल्या एका बिंदूशी जो होतो तो पाच कला (मिनिटे) तो. याच अक्षराच्या रेघेची रुंदी की तेथून काढलेल्या एका कलेच्या ात बसेल अशी असते. एकंदर अक्षर ची) पाच कलेच्या कोनात आणि ा अवयव एका कलेच्या कोनात लेला असतो. खालच्या खालच्या ोतील अक्षरेही याच धोरणाने लिहि- ी असतात. त्याचे कोन ज्या अंतरावरून मोजावयाचे ती अक्षरे मात्र क्रमशः कमी धरलेली असतात.



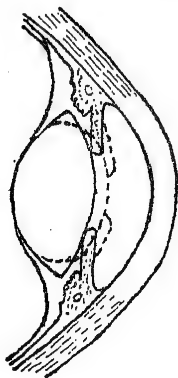
आ० ४१·१ पंचावयवी अक्षर. २४·५ चरणावरून पहा. (चरण = मीटर)

ट	६०	३६	२४	१८	१२	९	६	चरण
ा	८·७३	५·२३	३·४९	२·६२	१·७५	१·२७	०·८७	च० शतांश

1 Acuity.

ज्याची दृष्टी तपासावयाची असेल त्या आतुरास पाटीपासून ६ चरण अंतरावर उभा करून खालीपासून कोठपर्यंत अक्षरे तो वाचू शकतो ते पाहतात. बहुधा पाच चरणावरून पाच कलांचा कोन करणाऱ्या उंचीच्या अक्षरांची एक ओळ सर्वांत खाली असते. चांगल्या दृष्टीच्या माणसाला ही सर्वांत खालची ओळ सोडून वरच्या सगळ्या ओळी एकेका डोळ्यानेही वाचता याव्यात असा संकेत आहे. तसे असल्यास दृष्टीचे माप ६/६ असे सांगतात. काहींना त्या खालची अक्षरे देखील वाचता येतात त्यांच्या दृष्टीचे माप ६/५ असे सांगतात. ही दृष्टी विशेष चांगली होय, कारण जे अक्षर पाच चरणाइतके जवळ येऊन वाचता यावे ते त्यास सहा चरण अंतरावरून वाचता येते. दृष्टी ६/१२ असणे म्हणजे बारा चरणावरून वाचता येण्याजोग्या अक्षराकरता सहा चरणावर यावे लागणे असा होतो. आप्तमान मुद्दामच थोडे सोपे उत्तमापेक्षा थोडे कमी ठेवलेले आहे.

दृष्टीची तीव्रता तपासण्याची प्रस्तुत रीत एका अनुभवावर आधारलेली आहे. तो अनुभव असा. कोणत्याही विशिष्ट अंतरावरून केवढी रेषा ही रेषा म्हणून ओळखून यावी हे ठरलेले आहे. त्याहून लहान रेषा असली तर ती रेषा म्हणून ओळखू येत नाही. तो एक बिंदू आहे असे दिसते. ही जी **लघुतम दृश्य रेषा** असते तिचे माप तिच्या, डोळ्यापासून असलेल्या अंतराच्या प्रमाणात असते. दृष्टीच्या तपासणीकरता ज्या पाट्या केलेल्या असतात त्यावर प्रत्येक अक्षरावलीच्या शेजारी एक संख्या मांडलेली असते ती डोळ्यापासून दृश्याच्या अंतराची असते. प्रत्येक अक्षर त्या अंतरावरून जी लघुतम दृष्टिरेषा असेल तिच्या पाचपट उंचीचे असावे, आणि अक्षराची जाडी लघुतम रेषेएवढीच असावी असे संकेत आहेत. सहा चरणावरून लघुतम दृश्य रेषा ०·१८ चरणशतांश असते. या अंतरावरून वाचण्याकरिता काढलेल्या अक्षरांची रुंदी ०·१८ च० श० आणि उंची ०·९ च० श० असते.



आ० ४१·२
नेत्रभिंगाचे अनुभावन.

इंग्रजी मोठ्या वर्णमालेतील E हे अक्षर या तपासणीकरता असावे तसे सोयीचे असते. त्याचे पाच अवयव स्पष्ट असतात, तीन आडव्या रेषा आणि दोन त्यामधील फटी, उभ्या रेषेचे तसे अवयव या रेषामुळे समजून येतात. हे अक्षर ओळखले म्हणजे किमान दृश्य ओळखले असे सिद्ध होते. ६ या मोडी अंकात अशीच सोय आहे.

लघुतम दृश्य रेषेचे मान, दृश्यापासून मोजलेल्या तिच्या अंतरावर अवलंबून आहे. या अंतरागणिक वेगवेगळे माप लक्षात ठेवण्यापेक्षा ज्या एका दृष्टिकोनात ही मापे बसतात तो कोन ध्यानात ठेवणे सोयीचे आहे. तो कोन अवघा एक कला एवढा असतो. या कोनासमोर एक चरण अंतरावर ०.०२८३ चरण-शतांश लांबीची रेषा बनते, अंतरातील चरणसंख्येने या अंकास गुणिले असता तितक्या अंतरावरील लघुतम दृश्य रेषेचे माप मिळते. जे वाचावयास शिकले नाहीत त्यांच्या दृष्टीची मोजणी करण्याकरता त्या त्या लघुतम रुंदीच्या ठिपक्यांचा उपयोग करता येतो. योग्य अंतरावरून ठिपके दिसले पाहिजेत, मोजताही आले पाहिजेत. दृश्याची लघुतम सीमा आपल्या डोळ्यातील दृष्टिपटलाच्या शंकूमधील अंतरावरून नियमित होते. **ज्या रेषेचे नाभिकेतील प्रतिबिंब केवळ एकाच शंकूवर पडते, दुसऱ्यास स्पर्श करीत नाही, ती रेषा लघुतम-दृश्य[1] होय.**

1 Minimum visible.

आपण आपल्या दृष्टीच्या काही मर्यादा आताच पाहिल्या. आणखी काही मर्यादा आहेत. त्याही पाहून घेतल्या पाहिजेत. पहिली गोष्ट अशी की जो पदार्थ दिसावा अशी इच्छा असेल त्या पदार्थापासून **पुरेसा प्रकाश** निघून आपल्या डोळ्यात गेला पाहिजे. सूर्यप्रकाश पृथ्वीवरील पदार्थावर पडून परावृत्त होतो तेव्हा ते ते पदार्थ आपणाला दिसतात. थेटचा सूर्यप्रकाश अशा पदार्थावरून परतून येण्याने सुद्धा डोळे थोडेसे दिपतातच. जेव्हा आकाशातील वायुरेणूवरून सूर्यप्रकाश परतून इतर पदार्थ उजळ करतो तेव्हा मात्र तो प्रकाश सह्य होतो. शास्त्रीय व्यवहारात प्रकाशदायक एकमान मेणबत्ती हे घेतलेले आहे. उजेडाचे एकमान फूटबत्ती हे आहे. एका बत्तीने एक फूट अंतरावरील पदार्थावर जो उजेड पडतो त्याला फूटबत्ती म्हणतात. दिवसाउजेडी ८० ते १०० फूटबत्त्या उजेड सुखावह असतो तर रात्री अवघा १० फूटबत्त्या उजेड पुरेसा असतो. डोळ्याला काय मानवते ते पुष्कळ अंशी सभोवारच्या उजेडावर अवलंबून असते हे या गोष्टी-वरून ध्यानात येईल. अंधाऱ्या खोलीत सुयोजन-अवधी संपल्यानंतर पूर्वी ज्या भिंतीदारातल्या फटी दिसत नव्हत्या त्या चांगल्या दिसतात. मीटरबत्ती असेही एक उजेडाचे एकमान प्रचारात आहे. एक बत्तीपासून एक चरण अंतरावर जो उजेड मिळतो तो मीटरबत्ती. चरण फुटाच्या सुमारे सवातीन पट आहे आणि प्रकाश अंतराच्या व्यस्तवर्गप्रमाणात असतो. म्हणून

एक फूटबत्ती[1] = सु० १० मीटरबत्ती.[2] बत्ती = दीपिका.

सु० १० चरणरुंदी.[3] मेणबत्ती = दंडदीपिका. Candle.

दीपन (उजेड) Illumination.

1 Foot candle. 2 Meter candle.

सूर्य, चंद्र, ग्रह, तारे हे आपणाला दिसतात. कारण त्याजपासून येणारा प्रकाश आपल्या डोळ्यात शिरतो तो तेथील चैतनतंतूत चेतना उत्पन्न करण्यास पुरेसा असतो. ज्यांना स्वतःचा प्रकाश नाही असे पुष्कळसे पदार्थ आपणाला सूर्य-प्रकाशात किंवा दीपप्रकाशात दिसतात. अशा प्रसंगी दृश्याला स्वतःसिद्ध प्रकाश नसला तरी दुसऱ्याचा उसना प्रकाश तरी असतो तो पुरेशा मानाने आपल्या डोळ्यात शिरतो. पदार्थाचे केवळ **अस्तित्व समजणे** ही एक गोष्ट झाली. पण त्या पदार्थाची **अंगप्रत्यंगे समजणे** ही दुसरी गोष्ट आहे. तारा आहे इतकेच दिसते. त्या दृश्याचा आकार, त्याची आकृती, त्याचे विभाग म्हणजे त्याची प्रत्यंगे, दिसत नाहीत. सूर्यचंद्र ही दुसऱ्या प्रकारची उदाहरणे आहेत. त्यांचा कोनात्मक आकार कळतो. सूर्याची प्रत्यंगे कळत नाहीत, कारण त्यातून अतिशयित प्रकाश आपल्या डोळ्यात जातो. चंद्राची प्रत्यंगे कळतात. त्यावर शशांक दिसतो.

चंद्राची प्रत्यंगे दिसतात असे म्हटले ती ढोबळ मानाने दिसतात हे ध्यानात ठेवले पाहिजे. तसे म्हटले तर हा नियम सार्वत्रिक आहे. अंतराच्या मानाने लघुतमरेषा ठरलेली आहे. या लघुतमरेषेपेक्षा लहान पदार्थ दिसणार नाही हे उघड आहे. समजा एकादा माणूस आपणाकडे समोरून जवळ येत आहे. प्रथम आपणाला माणूस आहे की दुसरे काही आहे तेदेखील कळत नाही. हळूहळू आकृतीच्या सीमा स्पष्ट होत जातात आणि आपणाला माणूस आहे हे कळते. होता होता त्याची प्रत्यंगे दिसू लागतात. समजा याच माणसाचा एक जुळा भाऊ आहे. आणि त्याचे रूप पुष्कळसे त्यासारखेच आहे. शेदोनशे पावलावर तो आला असताना आपणाला संशय येईल की, हा की याचा भाऊ येत आहे? दोन भावातील फरक समजून येण्याला त्यांच्या प्रत्यंगातील फरक समजले पाहिजेत. ते तर तो अगदी दहावीस पावलावर आल्याशिवाय समजत नाहीत. दृश्याचे अंतर जितके लहान तितकी लघुतमदृश्य रेषाही लहान, असा संबंध असतो. या दोन भावांच्या डोळ्यातल्या कनीनिकांच्या रंगातच काय तो फरक असला तर तो तीन चार चरणांच्या पलीकडे कळू शकत नाही. येथे आकाराबरोबर **वर्णज्ञानाचाही संबंध** येतो.

आपणाला किती दूरचे दिसू शकते याला खरोखरी **अंतराची सीमा मुळीच नाही.** दृश्यावरून निघालेला प्रकाश भरपूर असला म्हणजे ते दिसणारच. त्याचा आकार जर त्याच्या अंतरावरील लघुतम आकारापेक्षा मोठा असेल तर तो समजून येईल, एरवी नाही. पदार्थ जसजसा जवळ आणावा तसतसा त्याचा प्रत्यंग-विशेष अधिक दिसेल हे खरे आहे. पण जवळपणालाही काही सीमा आहे. जवळात जवळचा पदार्थ आपणाला दिसू शकतो तो आपल्याच नाकाचा शेंडा. याहून जवळ

आपल्याला दृष्टी रोखता येत नाही. दृष्टी रोखताना आपण दोनही डोळ्यांची दृष्टी दृश्यावर रोखतो. तसे न केले आणि एकेकाच डोळ्याने दृश्य पाहू म्हटले तर ते करता येते, पण त्या रीतीने दृश्य चांगले दिसत नाही.

नासाग्री दृष्टी लावून क्षणभर देखील राहणे साधारण माणसाला कठीण आहे. दहा-बारा वर्षे वयाच्या मुलाला तीन इंचाइतकी जवळ दृष्टी रोखता येते. पण तिकडे त्याचे लक्ष नीटसे लागत नाही. पंधरा सोळा वर्षांच्या वयात लक्ष लागू लागते. नासाग्रदृष्टीचा अभ्यास जो करील त्याला कळून येईल की ही गोष्ट साधण्यास डोळ्यास विशेष श्रम लागतात. नासाग्रापासून दृश्य जसजसे दूर न्यावे तसतसा दर्शनायास कमी होत जातो. वृद्ध माणसास एकादे वर्तमानपत्र वाचावयास दिले तर त्यातला बारीक ठसा वाचण्याकरता ते त्यास निकोप दृष्टीचा तरुण धरील त्यापेक्षा अधिक अंतरावर धरावे लागते. साधारणतः अर्धा हात अंतरावर बारीक ठसा वाचता यावा. पण वृद्ध माणूस तो ठसा हातभर अंतरावर धरील आणि इतक्या अंतरावरचे लघुतम दृश्य असणार त्यापेक्षा ठशाचे अवयव बारीक असले तर तो ठसा त्याला वाचता येणार नाही. वृद्ध माणसाची गोष्ट सोडा. तरुणाला-देखील बारीक ठसा सुमारे वीतभर अंतरावरून जरी वाचता आला तरी वाचन तास दोन तास केल्याने त्याचे देखील डोळे शिणतात, वृद्धाचे तर अवश्य शिणतात. निकोप दृष्टीच्या माणसाला दूरचे पदार्थ पाहताना मात्र शीण येत नाही. तात्पर्य असे की, **अतिदूरचे दृश्य पाहाण्याला आयास पडत नाहीत. नासाग्र पाहण्याला अत्यायास, क्लेश, होतात.** वितीवरचे दृश्य सायास पण विनाक्लेश पाहता येते. अनुभवावरून असे आढळून आले आहे की, सहा चरणापेक्षा अधिक अंतरावरचे दृश्य, अनायासे पाहता येते. ही दूरदर्शनाची सीमा वयपरत्वे बदलत नाही, पण निकट दर्शनाची सीमा वयपरत्वे बदलते. वाढत्या वयाबरोबर ती नासाग्रापासून पुढे पुढे सरकत सरकत चाळिशीत वितीच्या पलीकडे जाते. वयाच्या साठी सत्तरी पर्यन्त ही सीमा सहा चरणापर्यन्त सरकते, किंवा त्याहूनही दूर सरकते.

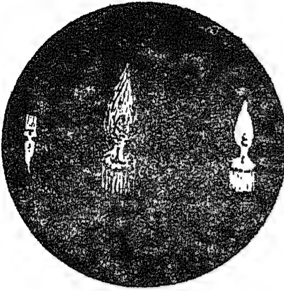
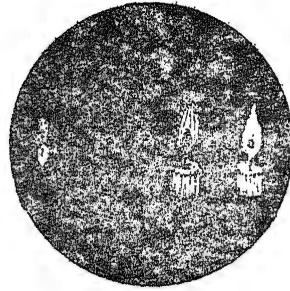
दृश्य पदार्थावरून निघणाऱ्या किरणांनीच त्याचे चित्र रेखाटले जावे म्हणून जे साधन वापरतात त्याला **प्रकाशकोटर**[१] असे नाव देऊ या. प्रकाश-कोटराचा अगदी पुढचा अवयव म्हणजे त्याचे भिंग. त्यातून प्रकाश आत घ्यावयाचा असतो. ज्या पाटीवर प्रकाश शेवटी घेतला जातो. ती पाटी प्रकाशकोटराच्या मागल्या तटाशी आतील अंगाला ठेवावयाची असते. ती पाटी दिपरी असते. ती प्रकाशाने दिपते. पुढे भिंग आणि मागे दिपरे पटल हे प्रकाशकोटराची अवश्य अंगे होत. उत्तम प्रकाशकोटरे असतात त्यात भिंग

आणि दिपरी यामधील अंतर कमजास्त करता येते. पण साध्या प्रकाश-कोटरात तसे करता येत नाही. ती एका ठाम अंतरावर असतात. अशा प्रकाशकोटरात दोन चरणापलीकडचें दृश्य घेता येते. उत्तम प्रकाशकोटरामधे दृश्याच्या अंतराप्रमाणे भिंग मागेपुढे सारता येते. पण त्यात सवानऊ चरणा-पलीकडे कितीही दूरदृश्य असल्यास भिंग आणि दिपरी यामधे एकच अंतर कायम ठेवण्याची सोय असते. **आपला डोळा हा प्रकाशकोटरासारखाच असतो. त्याचे पुढचे अंग प्रकाश आत घेणारे आणि मागले दिपरे असते.** त्यात सहा चरण किंवा त्याहून दूरचे दृश्य आयासाविना प्रतिमाबद्ध होते.

1 Photographic camera.

चांगल्या प्रकाशकोटरात दृश्य जवळ असल्यास भिंगही मागे सारण्याची व्यवस्था असते. परंतु तीसुद्धा दृश्य एकाद्र चरणापेक्षा जवळ असल्यास पुरे पडत नाही. त्या भिंगाला आणखी एखाद्या भिंगाची भर द्यावी लागते, तेव्हा दृश्य नेमके प्रतिमाबद्ध होते. आपल्या डोळ्यामध्ये सहा चरणांच्या अलीकडील दृश्य दृष्टिपटलावर आणण्याकरता डोळ्याचे जे अंग भिंगाचे काम करते त्याचा **प्रभाव वाढवावा लागतो.** ही गोष्ट भिंगाला भर देण्याप्रमाणेच आहे. नेत्रभिंगाची फुगवटी वाढविण्यास उपयोगी पडणारे जे मांसवलय आहे त्यास पल्लवीमांस असे आपण म्हटले आहे. पल्लवी मांसाचे कडे असते. त्यातील तंतू एका पक्षी ज्यायसकनीयस सांध्यात गुंतलेले असतात. हा सांधा अचल असतो. पल्लवी मांस-तंतूंची दुसरी टोके ज्यायसात आस्तराप्रमाणे लागलेल्या वाहिनीपटलाच्या काठात गुंतलेली असतात. हे तंतू आकरसल्याने ते पटल पुढे ओढले जाते आणि त्या-बरोबरच नेत्रभिंगाच्या कोशाचा काठही पुढे ओढला जातो. यामुळे **कोश सईल होऊन भिंग फुगते.** पल्लवी मांस सईल झाले की कोशाचा काठ मागे जाऊन ताठ होतो आणि नेत्रभिंगाची फुगवटी कमी होते.

नेत्रभिंग फुगते ही गोष्ट एका **साध्या प्रयोगाने प्रतीतीस** येणारी आहे. एका अंधाराच्या खोलीत एका जणाला आपल्या समोर बसवावा. त्याच्या डोळ्या-समोर थोड्याशा अंतरावर एक जळती मेणबत्ती धरावी म्हणजे तिचा प्रकाश डोळ्यावर पडून मेणबत्तीची तीन प्रतिबिंबे दिसून येतात. तिन्हींच्या आकारात आणि उजळपणात भेद असतो. एक अगदी लहान असते तेच सर्वांत उजळ असून पालथेही असते. नेत्रभिंगाचे मागले पृष्ठ खोलगट असते. त्यावरून परावृत्त होणाऱ्या प्रकाशाने हे उत्पन्न झालेले असते. उलथी प्रतिबिंबे दोन असतात. त्यातील एक सर्वात मोठे आणि सर्वात कमी उजळ असते. नेत्रभिंगाचे जे पुढले

आ० ४१·३ कनीयसावरून आणि नेत्रभिंगाच्या पुढल्यामागल्या पृष्ठावरून मिळणाऱ्या मेणबत्तीच्या प्रतिमा, अनुभावनापूर्वी आणि नंतर.

पृष्ठ ते फुगट असते त्यावरून परावृत्त होणाऱ्या प्रकाशाने हे उत्पन्न झालेले असते. तिसरे कनीयसावरून परावृत्त होणाऱ्या प्रकाशाने झालेले असते. आता आतुराला एकदा दूर पहावयास सांगावे आणि नंतर जवळ एकाद्या हातभर अंतरावर आपला हात धरून त्याजकडे पाहण्यास सांगावे. दूरची दृष्टी जवळ आणताच मोठे प्रतिबिंब थोडेसे लहान होत आहे, असे आढळून येते. असे होण्याचे कारण **नेत्रभिंगाच्या पुढल्या पृष्ठाची फुगवटी वाढत आहे** असे असले पाहिजे असे गणिती तर्काने सिद्ध होते. याच प्रयोगाने हेही सिद्ध होते की नेत्रभिंग फुगताना त्याच्या मागल्या पृष्ठाच्या वक्रतेत किंवा कनीयसाच्या वक्रतेतही भेद होत नाही.

आता फुगट भिंगाचा मुख्य गुण कोणता तो पाहिला पाहिजे. हल्ली लहान मोठ्या फुगवटीची काचेची भिंगे मिळतात. त्यांना + १, + १॥, + २ इत्यादी क्रमांक दिलेले असतात. त्यातले + १ भिंग घेऊन एक ४० वॉट मापाच्या विजेच्या तंतुदीपासमोर सहा चरण अंतरावर ठेवावे. त्यामागे एक शुभ्र कार्ड उभे करावे. सुमारे एक चरण अंतरावर धरले असता तंतुदीपाची उत्तम प्रतिमा त्याजवर दिसते. आता + १ च्या जागी २ भिंग ठेवून पहावे. प्रतिमा $\frac{१}{२}$ चरणावर दिसते. + ३ ठेवून पहा ती $\frac{१}{३}$ चरणावर दिसते. + ४ ठेवून पहा ती $\frac{१}{४}$ चरणावर दिसते. वाढत्या फुगवटीने प्रतिमा भिंगाजवळ येते. **भिंगाचा क्रमांक भिंग आणि प्रतिमा यांच्यामधील अंतराचा व्यत्यास असतो.** या दोन गोष्टी या चाचणी-वरून उघड होतात. आता याच मापाने नेत्रामधील भिंगाच्या संचाचा क्रमांक कितवा लागतो ते पहावे. कनीयस, नेत्रभिंग आणि त्या दोहोंमधील आंभस

नावाचे द्रव मिळून हा संच बनलेला असतो. या संचाने सहा चरण अंतरावरील दृश्याची प्रतिमा दिपऱ्या पटलावर येते. कनीयस ते पीतस्थान हे अंतर ३५ चरण-सहस्रांश असते म्हणून ४० हा प्रस्तुत संचाचा क्रमांक ठरतो. हाच खरोखरी त्याचा प्रभाव होय. आता एक + २० प्रभावाचे भिंग घेऊन ६ चरण अंतरावरच्या दिव्याची प्रतिमा स्पष्ट दिसेल इतक्या अंतरावर भिंगामागे पडद्दा उभा करावा. मग हे अंतर न बदलता दिवा अलीकडे आणावा. प्रतिमा पुसट होते ती रेखीव होण्याकरिता अधिकाधिक प्रभावाचे भिंग त्या जागी ठेवावे लागते. डोळ्याच्या बाबतीत असेच घडते. डोळ्याचा आकार बदलत नाही, पण **दृष्टी जवळ रोखावी तसतसा नेत्रभिंगाचा प्रभाव वाढतो** दिवा २५ चरणशतांशाइतका जवळ आणला तर भिंगाला + ४ भिंगाची भर द्यावी लागते. डोळ्यात ही कामगिरी पल्लवी मांसाकडे असते.

येथे प्रभाव मोजण्याकरता भिंगापासून दृश्य केवळ ६ चरणावर धरले आहे. पण व्याख्येप्रमाणे ते अतिदूर धरले पाहिजे, उदाहरणार्थ सूर्य हेच दृश्य पाहिजे. तथापि सूर्य आपल्याला पाहिजे तेव्हा पाहिजे तेथे मिळणे शक्य नाही हे एक, आणि दुसरे असे की लहानशा दोन इंच रुंदीच्या भिंगातूनही सूर्याची प्रतिमा इतकी प्रखर येते की तिने कापडी किंवा कागदी पडदा जळतो. सूर्या-पेक्षा सौम्य दृश्य पाहिजे. मग ते कमी अंतरावर असले तरी चालेल. आपणास **प्रतिमेचे भिंगापासून अंतर** पहावयाचे असते. ते **दृश्यापासून भिंगापर्यन्तच्या अंतराप्रमाणे बदलते. ६ चरणापलीकडे हा बदल अगदी थोडा असतो. तो उपेक्षणीय असतो.** त्याच्या आतील अंतराविषयी मात्र तसे नसते. प्रतिमेचे अंतर स्पष्टपणे बदलते.

दृश्य पाहण्यासाठी आयास केला नाही तर नेत्राचा प्रभाव ४० असतो. त्याच्यायोगे ६ चरणापलीकडचे दृश्य दृक्पटलावर प्रतिमाबद्ध होते. दृश्य त्याहून जवळ आले तर ते प्रतिमाबद्ध करण्यास पल्लवी मांसाच्या उपयोगाने नेत्र-भिंगाची फुगवटी वाढू द्यावी लागते. त्यामुळे नेत्रभिंगाचा प्रभाव वाढतो. ही वाढ १४ पर्यन्त करता येते. १०० ÷ १४ = ७$\frac{१}{७}$ च० श० इतक्या जवळचे दृश्य पाहता येते. प्रभाव वाढवण्याच्या या गुणाला **अनुभावन** म्हटले आहे. लहान वयात हे अनुभावन १४ असले तरी वय जसजसे वाढते तसतसे ते कमी होत जाते. वयाला ४० वर्षे झाली म्हणजे ते ४ मापेच उरते. नंतर साठीसत्तरीमधे ते शून्य होऊन जाते. चाळिशीत वितीच्या अलीकडे पाहणे शक्य होत नाही. साठी सत्तरीत सहा चरणावरील दृश्य पाहणेही कठीण होऊन बसते. अर्थात्

दृश्य दिसणे म्हणजे सांकेतिक किमान दृश्य रेषा तशी दिसणे, किंवा ओळखू येणे, असा अर्थ समजावयाचा. ६ चरणांच्या अलीकडील देखाव्याकरताच तेवढी अनुभावनाची अपेक्षा आहे. त्यापलीकडे दृष्टीचा आवाका वाटेल तितका मोठा असतो. मात्र त्या दृश्यावरून योग्य तेवढा प्रकाशाचा ओघ डोळयात आला पाहिजे. सर्व ज्ञानेंद्रियात **दृष्टीचा** आटोप किंवा **आवाका**[1] मोठा आहे तो मोजणे हा तपासणीचा एक महत्त्वाचा भाग आहे. 1 Range.

प्रकाशकोटरात भिंगामागे प्रकाश आडवणारा एक पडदा असतो त्यात एक वाटोळे भोक असते. त्यातून प्रकाश आत सोडला जातो. या भोकाला **कोटराचे आस्य**[1] म्हणतात. आस्य जितके बारीक तितके चित्र स्पष्ट मिळते. उत्तम स्पष्ट चित्र सर्वांसच इष्ट असते. तरी आस्य लघुतम ठेवणे नेहमी योग्य असते असे नाही. कारण त्याकरता प्रकाश पुष्कळ पाहिजे. चुटकीसरशी प्रतिमा घेणे असल्यास तीव्रतेनुसार आस्य ठेवणे भाग पडते. नाही तर अधिक वेळ उघडीक देऊन प्रकाश अधिक घेता आला असता. **आस्य जितके लहान तितकी प्रतिमायोग्य देखाव्याची खोली मोठी,** असा एक संबंध असतो. देखाव्याची खोली भिंगापासून मोजलेल्या अंतरावरही अवलंबून असते. हे अंतर आणि आस्य यावरून देखाव्याची खोली देणारे एक कोष्टक केलेले असते. उदाहरणार्थ महत्तम पडदा (लघुतम आस्य) आणि १० चरण अंतर. यावरून खोली अनंतापासून ८ चरण.

1 Aperture.

डोळयाचे अनुभावन वापरले नाही म्हणजे देखाव्याची खोली सहा चरणापासून अनंतापर्यंत असते हे कसे काय ? यासंबंधी विस्तरशः विचार असा :– दिपरी पट्टी आणि भिंग घेऊन प्रयोग केले तर दिपऱ्या पट्टीवर प्रतिमा नेमकी पडली असताना देखावा भिंगाकडे सरकवला तर प्रतिमा पट्टीच्या मागे सरकते. देखावा भिंगापासून दूर सरकवला तर प्रतिमा पुढे सरकते. समजा **भिंगापासून देखावा १० चरणावर प्रथम होता तो वीस चरणावर नेला तर प्रतिमेची जागा पुढे सरकते पण किती ? सहस्रांश चरणापेक्षाही कमी. इतकी तर पट्टीची जाडीही असू शकते; किंबहुना याहून अधिकसुद्धा असू शकते. अशा प्रसंगी प्रतिमा इष्ट जागा सोडून गेली नाही असेच ठरते.** पट्टीला जर जाडी मुळीच नसती तर प्रतिमा पट्टी सोडून गेली असे झाले असते. याप्रमाणे देखावा आठ चरणावर आणला किंवा अनंत चरणावर नेला तरी प्रतिमेची सरक पट्टीच्या जाडीच्या आहारातच राहते. ८ चरणाहून अलीकडे देखावा आणला असता मात्र प्रतिमेची

जागा पट्टीच्या मागे सरकते. म्हणून देखाव्याची खोली ८ ते अनंत चरण अशी सांगतात. भिंग तेच ठेवून प्रकाश त्यावर सोडणाऱ्या द्वाराची रुंदी बदलल्याने खोली बदलते. हाच न्याय डोळयासही लागू पडतो. डोळयात जे दृक्पटल आहे त्यावर प्रतिमा घ्यावयाची असते. प्रतिमा घेणारे जे अवयव आहेत त्यांना काही जाडी असते. त्यामुळे देखाव्याला काही खोली येते. डोळयाच्या तारकेतून प्रकाश आत जातो त्या तारकेच्या रुंदीवरही ही खोली अवलंबून असते. **तारकेची रुंदी प्रकाशतीव्रतेनुसार बदलते**. त्याशिवाय द्रष्टयाने दृष्टी ज्या पदार्थावर रोखली असेल त्या पदार्थाच्या **नेत्रापासून असणाऱ्या अंतरानुसारही तारकेची रुंदी बदलते.** अंतर कमी तर रुंदीही कमी असा संबंध असतो. अतिदूर पहात असताना तारकेचा व्यास आणि देखाव्याची खोली त्याचप्रमाणे विशिष्ट अंतरावर पहात असताना व्यास व खोली यांचे कोष्टक असे :—

तारका व्यास	**अतिदूर पाहता दृश्याची खोली (गाढता)**	**१ चरणावर पाहता दृश्यगाढता.**	
१ चरणसहस्रांश	अनंतापासून १·२५ चरणापर्यंत	५·० चरण ते	५६ च० श०
२	२·३३	१·८	७०
३	२·९४	१·५	७५

(Principles of Human Physiology– Davson and Eggleton. 1962.)

जवळच्या पदार्थावर दृष्टी रोखताना आपण नेत्रभिंगाची फुगवटी वाढवतो तेव्हाच आपण तारकाही आकुंचित (अर्थात न कळत) **करीत असतो.**

नेत्रतारकांच्या आकुंचनविकसनासंबंधी या आणि मागील प्रकरणात ज्या गोष्टी सांगितल्या त्यावरून, शरीराच्या अंतःस्थितीसंबंधी कितीतरी माहिती नेत्रांत प्रकट होते हे ध्यानात घेता, नेत्रांचे चक्षू हे नाव सार्थ आहे असे कळून येते. चक्षू म्हणजे सांगणे, कळविणे, येथे शरीरवर्तमान आणि मनोवर्तमान कळविणे होय.

प्रकाशकोटर आणि नेत्रगोल यांची तुलना करता त्यात पुष्कळ बोधप्रद साम्य आढळते ते आपण पाहिले आहे. आता त्यात एक विषमताही आहे ती मुद्दाम पाहून ठेवली पाहिजे. कोटरात प्रकाशाने जे चित्र उमटवतात ते चिरस्थायी असते. परंतु **नेत्रात जे चित्र उमटते ते मात्र अत्यल्पकाल टिकणारे आहे.** हा काल $\frac{१}{५०}$ सेकंद इतका अल्प असतो. एवढया कालानंतर ती प्रतिमा नाहीशी होते. ती जर अधिक काळ टिकून राहील तर एकाच जागी एक पदार्थ जाऊन दुसरा पदार्थ तेवढया वेळाच्या आत आला म्हणजे एकावर एक

दोन प्रतिमा येऊन गोंधळ उडून जाईल. सामान्य व्यवहारात असे घडत नाही. चित्रपट दाखविणारांनी या ज्ञानाचा भरपूर उपयोग करून घेतला आहे. चित्रपटकर्ते अर्थात् गोंधळ करीत नाहीत. व्यवस्थितपणे हालचालीची चित्रे दाखवतात. एक चित्र काढून घेऊन त्याच्या जागी दुसरे चित्र आणतात. एका चित्राचे भान जागृत असताना त्याच्या जागी दुसरे चित्र येते. दुसऱ्याचे भान उत्पन्न होता होता पहिल्याचे विरून जाते. त्यामुळे कालक्रमात एका मागून एक चित्रे दिसतात तेव्हा एकाचेच रूपांतर दुसऱ्यात झाल्याचा भास होतो. पहिल्या चित्राचे भान १/५० सेकंदभर टिकते. ही गोष्ट जितकी महत्त्वाची आहे तितकीच दुसरी गोष्ट महत्त्वाची आहे की, ते अधिक काळ टिकू शकत नाही.

दृश्याचा डोळ्यावरील परिणाम एका क्षणापेक्षा अधिक टिकत नाही, असे नैयायिकांनी सांगितले आहे. दिवा विझल्याक्षणीच डोळ्यातील त्याचा परिणाम नाहीसा होतो. हेच उदाहरण त्यांनी दिले आहे. क्षण हा कालावधी केवढा हे मात्र त्यांनी सांगितले नाही. तो अगदी लहान आहे एवढे मात्र स्पष्ट आहे. विजेचे तंतु-दीप आज घरोघर वापरण्यात आहेत. त्यात वाहणाऱ्या विजेची दिशा दर सेकंदास पन्नासाहून अधिक वेळा बदलत असते. दिव्यामधून विजेच्या येरझाऱ्या सेकंदागणिक ५० हून कमी झाल्यावर प्रकाशाचा ओघ तुटक तुटक येत आहे हे डोळ्याला समजून येते. दिवा मिचकत आहे असे समजते. म्हणून हे **मिचकणे टाळण्याकरता येरझाऱ्या सेकंदात पन्नासाहून अधिक होतील अशीच यंत्रयोजना केलेली असते.**

आपणाला दोन डोळे आहेत पण दृष्टी एकच आहे. कोणतेही दृश्य बारकाईने पाहणे असले म्हणजे आपण त्याजकडे टक लावून पाहतो. **टक लावणे** म्हणजे **नेमके पाहणे** हे तर खरेच, पण आणखी हेही खरे की नेमके दृश्य **दोनही डोळ्यांनी एकदम पाहणे.** आपणाला दोन डोळे आहेत ते एकमेकापासून एका विशिष्ट अंतरावर बसलेले आहेत. प्रत्येकाची दृष्टिरेषा अर्थातच वेगवेगळी आहे. कोणतेही दृश्य पाहताना आपण त्या दोनही दृष्टिरेषा दृश्यावर मिळत्या करतो. याचा अर्थ दृष्टी एकाग्र करतो. सुईच्या नेढ्यात दोरा ओवावयाचा असला म्हणजे अशी एकाग्र दृष्टी[1] केल्याशिवाय तो नीट ओवला जात नाही. अशा कामी व्यग्रदृष्टी उपयोगी नाही.

1 Binocular vision

खरोखरी व्यग्र दृष्टीने आपण नीटपणे काही पाहू शकत नाही. माणसाच्या डोळ्यांकडे पाहून आपण असे जाणू शकतो की त्याचे डोळे उघडे असून सुद्धा तो कोठेच पहात नाही, त्याचे पाहण्याकडे लक्ष नाही, त्याची दृष्टी शून्य आहे. अशा

अवस्थेत त्याच्या दोन डोळ्यांच्या दृष्टिरेषा एकमेकापासून अलग असतात. तो जर एकाद्या ताऱ्याकडे पाहू लागला तर एकमेकीशी त्या मिळत्या होतात पण कोठे ? दृश्य ताऱ्यावर. हे दृश्य अतिदूर असल्यामुळे त्या समांतर असतात म्हटले तरी चालेल. तो जर एकाद्या जवळच्या पदार्थाकडे पहात असला तर त्या दृश्यावर त्याच्या दृष्टिरेषा जुळलेल्या असतात, हे आपण समजू शकतो.

जवळचे दृश्य पाहण्याकरता दोन क्रिया कराव्या लागतात: (१) नेत्रभिंगाचा प्रभाव वाढवणे. या क्रियेस अनुभावन असे नाव आहे. (२) दुसरी क्रिया दोन नेत्रांच्या दृष्टिरेषा दृश्यावर एकाग्र करणे. या क्रियेस **उभयानुसंधान** असे नाव आहे. या बाबतीतील आपले सामर्थ्य मर्यादित असते. ते वयपरत्वे कमी होत जाते.

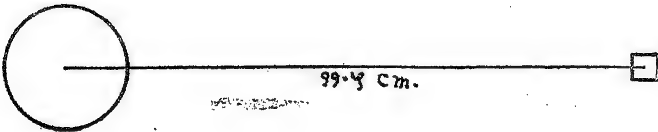
आपण आपल्या डोळ्यांनी जी दृश्ये पाहतो ती बिंदुमात्र नसतात, किंवा रेषामात्रही नसतात. ती तशी असती तर डाव्या उजव्या डोळ्यांनी दिसणाऱ्या त्यांच्या देखाव्यात फरक पडण्याचे कारण नव्हते. खरोखरी आपली दृश्ये विस्तृत असतात. **दृश्याला डावा उजवा असे निरनिराळे भाग असतात. एकाच वेळी दोन डोळ्यांनी ते पाहत असता दोनही डोळ्यांना ते किंचित् वेगळे असूनही एकवटून दिसते.** केवळ डाव्या डोळ्याने त्याचे उजवे अंग जितके दिसते तितके ते उजव्या डोळ्याने दिसत नाही, जरा कमी दिसते. त्याचप्रमाणे उजव्या डोळ्याने त्याचे डावे अंग जितके दिसते तितके उजवे दिसत नाही. आपल्या डोळ्यांनी आपल्या गालाकडील बाजूला जे देखाव्याचे भाग दिसतात ते नाकाकडे दिसणाऱ्या भागाच्या मागे असतात, असा आपल्याला बोध होतो. त्यामुळे आपल्या दृश्याचा केवळ विस्तार– लांबीरुंदीने सांगितला जाणारा–कळतो असे नाही, तर त्याची जाडी देखील कळते. दृश्याच्या तीनही मात्रा,[१] लांबी रुंदी जाडी, या कळून येतात. 1 Dimensions.

प्रस्तुत पुस्तकासारखे एकादे पुस्तक वाचावयाचे असले म्हणजे आपण ते सहजगत्या ३० चरणशतांश अंतरावर धरतो. इतक्या अंतरावर आपल्याला त्यातील अक्षरे चांगली स्पष्ट दिसतात. वाचताना आपण आपली दृष्टी एकेका अक्षरावरून सरकवीत सरकवीत पलीकडल्या अक्षरावर नेतो. कोणत्याही एका वेळी आपणाला एकादेच अक्षर स्पष्ट दिसते. इतर अक्षरे दिसतात पण ती तितकी स्पष्ट दिसत नाहीत. अगदी परिसरातली अक्षरे तर अगदीच अस्पष्ट दिसतात. **कोणतेही अक्षर वाचता येण्यास ते नेमके समोरच असावे लागते.** या गोष्टीवरून अनुमान निघते की दृश्याच्या मध्याच्या बरोबर समोर जो दृष्टिपटलाचा भाग येतो तो म्हणजे नाभिका, त्यात दृष्टिसंवेदन विशेष तीव्र असते. तेथून सभोवार ते कमी कमी होत जाते.

दोन डोळ्यांनी पाहण्याऐवजी एकाच डोळ्याने पुस्तकाकडे पाहू लागलो तर दृष्टीची तीव्रता एकदम कमी झाल्याचे कळून येते. दुसरीही एक गोष्ट कळून येते ती ही की दृश्याचे क्षेत्र कमी होते. एक डोळा झाकून दुसऱ्या एकट्यानेच किती क्षेत्र पाहता येते ते, डोळा न हालवता पाहून घ्यावे म्हणजे कळून येते की, प्रत्येक डोळ्याचे दृष्टिक्षेत्र[1] त्याच्या समोर, नाकाच्या समोर आणि दुसऱ्या डोळ्याच्याही अंशतः समोर असते. **दोनही डोळ्यांच्या दृष्टिक्षेत्रांत बराच भाग समाईक असून थोडासाच विशिष्ट एकेरी दृष्टीचा असतो.**

1. Visual field.

एका डोळ्याने दृष्टिक्षेत्र तपाशीत असता एक विलक्षण गोष्ट दिसून येते ती अशी : शेजारच्या आकृतीत एक चौक आणि एक चक्र दाखविले आहे. त्यामधील अंतर ७·७ cm. आहे. त्यापैकी चौकाकडे केवळ डाव्या डोळ्याने टक लावून पहावे. दृश्य आणि नेत्र यातील अंतर बदलून पाहता कळून येते की, हे अंतर २५ cm. असताना चक्र दिसेनासे होते. इतर अंतरावरून अंधुकपणे चौकाबरोबर चक्रही दिसत असते. डावीकडे चौक आणि चक्र अशी आकृती ठेवून डावा

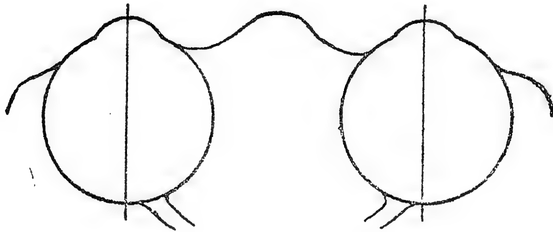


आ० ४१·४ अंधस्थान तपासणीकरता चक्र आणि चौक.

डोळा मिटून उजव्याने चौक पाहावा म्हणजे तितक्याच अंतरावर त्यानेही चक्र दिसेनासे होते. चक्रचौक अंतर ११·५ cm. करून पाहता असाच चक्रलोप ३२ cm. दृश्य-नेत्र अंतरावर होतो असे दिसून येते. **डाव्या उजव्या दृष्टिक्षेत्रात त्या त्या अंतरावर एवढाली शून्ये आहेत** असे यावरून सिद्ध होते. दृश्य-नेत्र अंतर वाढवून शून्ये किती अंतरावर केवढाली असतात ते चाचणीने समजू शकते. एकाद्या भिंतीकडे सुमारे दोन चरण अंतरावरून पाहता ही शून्ये साधारण माणसाच्या डोक्याएवढी असून एकमेकापासून ७५ चरणशतांश अंतरावर असतात असे आढळते. दोन माणसे जर एक चरण अंतरावर उभी राहिली आणि आपण त्यापासून तीन चरण अंतरावरून डाव्या माणसाच्या नाकाकडे उजव्या डोळ्याने

टक लावून पाहिले तर उजव्या माणसाचे सबंध डोकेच अदृश्य होते ! उजव्या माणसाच्या नाकाकडे डाव्या डोळ्याने टक लावून पाहिले माणसाचे डोके अदृश्य होते! **दृष्टिक्षेत्रात डोक्याएवढाली शून्ये असल्य येते.**

आपण जेव्हा एकाद्या लहानग्या दृश्याकडे टक लावून पाहतो ते प्रतिमा दृक्पटलातील नाभिकेत पडते. तेथे संवेदना तीव्र असते. पीतस्थानात ती साधारण तीव्र असते. आणि परिसरात ती अ आपणाला जो भाग 'स्पष्ट' पहावयाचा असेल तिकडे लक्ष लावू भाग असते. तशीच आपल्या डोळ्यास सवयही लागलेली अस

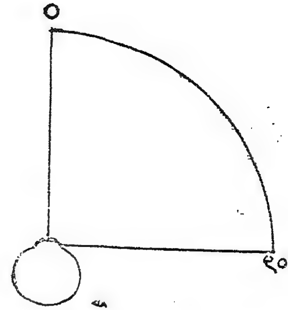


आ० ४१·५ समोर रोखलेली दृष्टी. उपमध्यांगास अंधस्थाने.

दृश्य भागाकडे टक लावतो तेव्हा दोन डोळ्यांनी तो भाग पा भागाची प्रतिमा दोनही डोळ्यांच्या नाभिकावर घेतो. दोनही डोळ्यां एकाग्रतेने पाहण्यात मोठा लाभ आहे तो हा की, **एकाच्या क्षेत्रातील शू दुसऱ्याच्या अशून्याने भरून निघतो,** कारण तो भाग मध्यावर नसत क्षेत्रात तो परिसराकडे असतो. डाव्या क्षेत्रात उजव्या परिसरात आणि क्षेत्रात डाव्या परिसरात असतो. म्हणून दोनही डोळ्यांनी पहात अस कळून येत नाही. **पृथक् दृष्टिक्षेत्रात शून्ये असतात, संकलित दृ नसतात.**

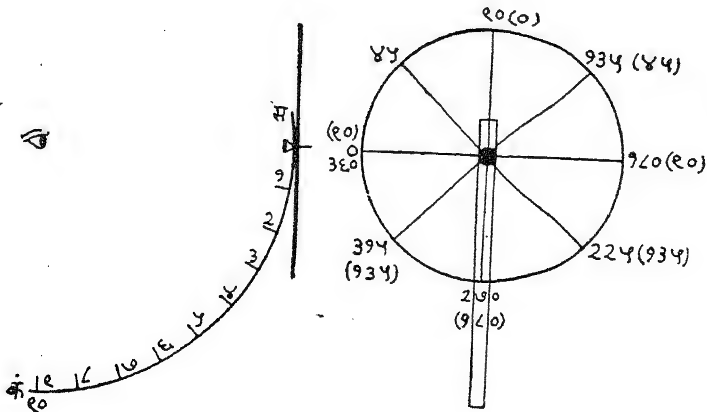
दृष्टिक्षेत्रात जो शून्यदेश असतो त्याच्या तोडीचा दृक्पटलदेश दनास असमर्थ असतो. त्यास अंधस्थान म्हणतात. दृश्याचे डोळ्यापासून जितके अधिक तितके दृष्टिक्षेत्र मोठे असते. परंतु नेत्राच्या अक्षाग्रापासून लेल्या नेमक्या कोनांनी त्याची सीमा आखता येते. दृष्टिक्षेत्र वरती ५०° कडे ६०°, खाली ७०°, आणि गालाकडे ९०° अंतरापर्यंत असते. अंधस्थान

५° ते ६° च्या शंकूच्या तळात बसण्याजोगे असते : आपण दोन डोळ्याऐवजी एका डोळ्याने, निरीक्षण किंवा वीक्षण नव्हे, साधे आलोकन करू लागलो तरी, दृष्टिक्षेत्रातील शून्यदेश आपल्या अनुभवास येत नाही. त्याचे कारण असे आहे की, आपले लक्ष त्या देशाकडे नसते. दुसरे असे की, **आपला डोळा हा खरोखरीच डोलत असतो.** त्यामुळे कोणताही दृष्टिक्षेत्राचा भाग कळून येण्याइतका वेळ शून्य रहात नाही. **डोलण्याचा पल्ला थोडा आणि झपाटा मात्र फार मोठा असतो.**



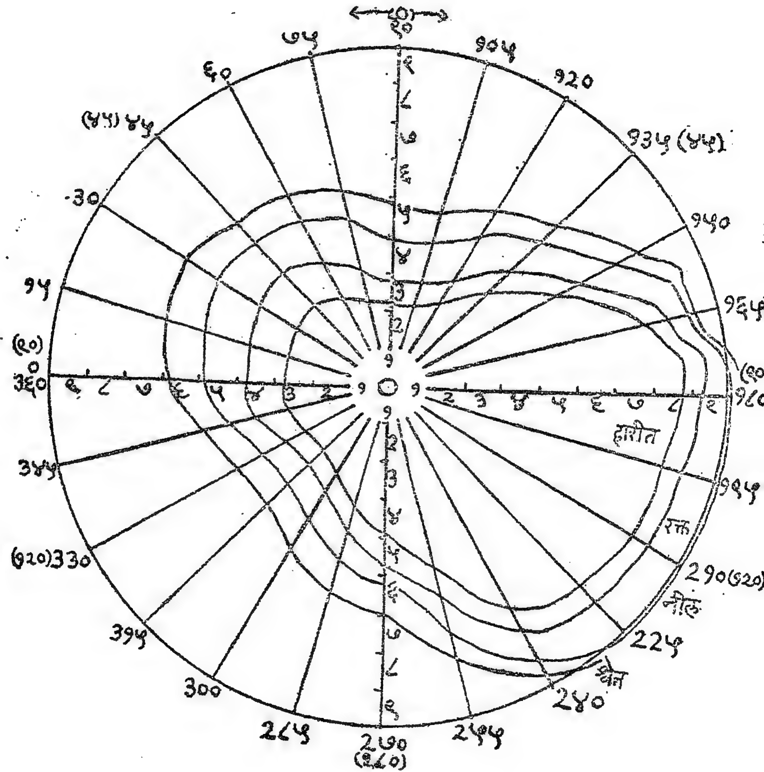
आ० ४१·६ आडवे दृष्टिक्षेत्र.

दृष्टिक्षेत्र मोजण्याकरता एक साधन केलेले असते त्याला **परिमापक**[१] म्हणतात त्याचा प्रधान भाग म्हणजे एक कंस असतो. तो एका उभ्या वाटोळ्या तकटाच्या मध्यबिंदूत गुंतलेला असतो. तरी तो त्या बिंदूभोवती फिरवता येण्याजोगा असतो. एकेका डोळ्याचीच तपासणी करता येते. आतुराच्या डोळ्यासमोर तकटाचा मध्य ठेवतात. डोके हालू नये म्हणून हनुवटी टेकून ठेवण्या-



आ० ४१·७ परिमापक बाजूने आणि समोरून पाहिलेले.

करता सोय असते. आतुर आपली दृष्टि तकटमध्यावर रोखतो. तशी ती रोखलेली असतानाच मापे घेतात. कंसावर कोनांशाच्या खुणा असतात. त्या कंसात कोणत्याही ठिकाणी एक विजेचा बारीकसा दिवा ठेवण्याची सोय असते. दिवा शून्यापासून एका खुणेपर्यन्त सरकवतात. जेथे तो दिसेनासा होतो तेथे क्षेत्राची सीमा समजतात. कंस क्रमशः तटकमध्याभोवती फिरवून विविध अंशावर चाचणी करतात. दृष्टिक्षेत्राच्या विविध अंशावरील सीमा अशा रीतीने समजतात. तकटमध्यातून खालीवर असलेल्या रेघेपासून कंसाचा कोन किती तोही



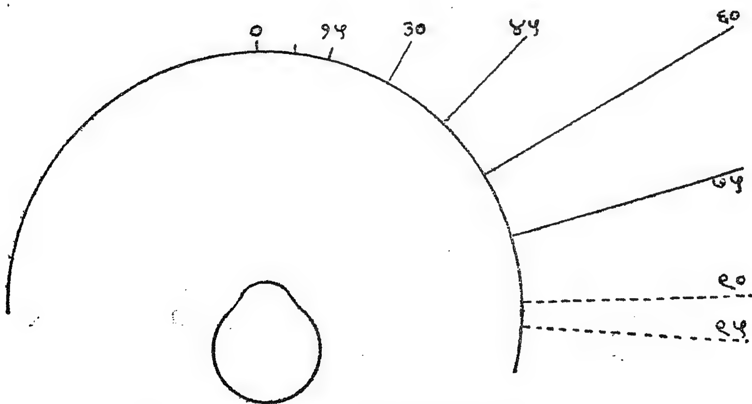
आ० ४१·८ दृष्टिक्षेत्रांचे नकाशे. हारीत, रक्त, नील व श्वेत यांच्या सीमा उत्तरोत्तर बाहेर आहेत.

मोजून घेतात. त्याकरता तकटावर खुणा असतात. टिपणे करण्याकरता सांकेतिक आखणी केलेले कागद असतात. अशा कागदावर एकमध्य वर्तुळे काढलेली असतात. त्यात तकटावरच्या प्रमाणेच कोणांशाच्या खुणा असतात. आणि कंसावरच्या खुणाप्रमाणेही उभ्या व्यासावर खुणा असतात. या खुणातून वर्तुळे काढलेली असतात. (शेजारच्या आकृतीत केवळ एक बाहेरचे तेवढे वर्तुळ दाखविले आहे.) घेतलेल्या वेधाप्रमाणे योग्य ठिकाणी खुणा करून क्षेत्रमर्यादा आखून काढतात. अशा रीतीने दृष्टिक्षेत्राचा कोनात्मक निकाश[2] (नकाशा) तयार होतो.

1 Perimeter. 2 Chart.

कोणमापक कंसावर अडकवण्याचा दिवा रंगीत घेतला म्हणजे त्या त्या **रंगाच्या दृष्टिक्षेत्राचा निकाश** मिळतो. या निकाशात दिसून येते की **श्वेतक्षेत्र सर्वात मोठे असते. त्याच्या आत निळ्याचे, त्याच्या आत तांबड्याचे** आणि **त्याच्या आत हिरव्याचे** क्षेत्र असते. या क्षेत्रांचा विस्तार बऱ्याच गोष्टींवर अवलंबून असतो. चाचणीकरता घेतलेल्या पदार्थांचा आकार, त्यावरून डोळ्यात येणाऱ्या प्रकाशाची तीव्रता, त्या पदार्थाच्या आणि अवांतर पदार्थांच्या मधील प्रकाश देण्यातील भेद आणि डोळ्याचा पूर्वाभ्यास इतक्या गोष्टीवर क्षेत्रविस्तार अवलंबून असतो. डोळ्यापासून ३०cm. अंतरावर २.५ mm. आकाराचा पदार्थ असल्यास क्षेत्र महत्तम असते.

दृष्टिक्षेत्र मोजण्याची दुसरीही एक **रीत** आहे ती रीत अशी. डोळ्यापुढे एक फळा उभा करावयाचा. समोरच्या ठळक बिंदूवर दृष्टी रोखावयाची. त्या बिंदू-



आ० ४१·९ दृष्टिमापन समोरच्या फळ्यावर कसे ?

पासून वेगवेगळ्या दिशात अंतरा-अंतरावर दृश्य पदार्थ धरून तो दिसेनासा होईल तेथे खूण करावयाची. हीच त्या दिशेतील दृष्टिक्षेत्रसीमा होय. डोळ्यापासून फळ्याचे अंतर दोन चरण ठेवतात. फळाही दोनच चरण रुंद वापरतात. या रीतीने सुमारे २०° च्या कोनातलेच मापन शक्य आहे. ४५° च्या कोनातील मापन करण्यास ४ चरण रुंद फळा लागेल आणि ९०° पर्यंत मापन करता येणार नाही.

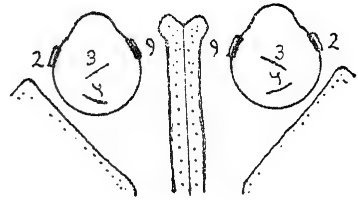
आवांतर पदार्थ स्पष्टपणे वेगळ्या रंगाचे असणे, आणि सर्व देखाव्याचा पूर्वाभ्यास निदान एका घटकेचा असणे, या गोष्टी क्षेत्रविस्तारास अनुकूल असतात.

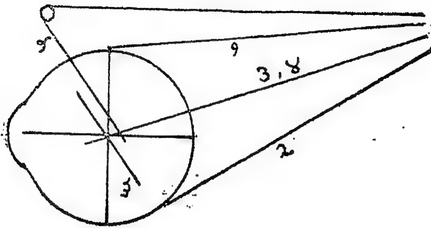
आता आपल्या डोळ्यांच्या हालचालींचा विचार अमळ विस्तरशः केला पाहिजे. ज्या एका स्थूल दृश्याकडे आपण पाहतो त्याची प्रतिमा आपल्या दोनही दृक्पटलावर पडते. दृश्याचे डावे अर्ध प्रत्येक दृक्पटलाच्या उजव्या अर्ध्यात प्रतिमित होते तर उजवे अर्ध डाव्यात प्रतिमित होते. दृश्याचा मध्य नेमका प्रत्येक दृक्पटलाच्या मध्यात येतो. **एकमेकास अनुरूप[1] असे दृक्पटलाचे भाग ठरून गेलेले असतात.** एकाच दृश्याच्या प्रतिमा नेमक्या तेथेच आल्या पाहिजेत. तसे न होता जर त्या दोन अनुरूप नसलेल्या जागी येऊ लागल्या तर एकच पदार्थ दोन जागी असल्याचे संवेदन उत्पन्न होऊन घोटाळा होतो. एक डोळा मिटून दुसऱ्याने एकाद्या जवळच्या पदार्थाकडे पहावे. जरा वेळाने पहिला डोळा उघडावा. लगेच तो एकच पदार्थ दोन जागी दिसून येतो. क्षणांशात पहिला डोळा चळतो आणि तो पदार्थ एकाच जागी ठीकपणे दिसून येतो. डोळा झाकलेला असताना त्याची दृष्टि-रेषा दुसऱ्या डोळ्याच्या दृष्टिरेषेशी मिळती नसते. ती नंतर तशी होते, दोन डोळ्यांच्या दृष्टिरेषा एकमेकीशी जुळत्या राहण्याकरता डोळ्यांची अगदी बारकाईने चाळवाचाळव करता येणे अवश्य असते. त्याकरता काय काय योजना आहेत ते पाहून घेऊ या.

1 Corresponding.

नेत्रगोलाच्या भोवती हाडांचे कोंडाळे आहे ते मागे निमुळते असते. ते नसराळ्यासारखे आहे म्हटले तरी चालेल. नसराळ्याचे पसरट तोंड पुढे आहे. ते सरळ समोर रोखलेले नाही, किंवा उजव्या डाव्या अंगालाही रोखलेले नाही. दोहीच्या मधल्याच दिशेला रोखलेले आहे. नेत्रगोलाच्या आणि हाडांच्या कोंडा-ळ्याच्या मधली जागा रक्तवाहिन्या चेतन्या मांस इत्यादींनी भरलेली आहे. त्यातील महत्त्वाचे अवयव म्हणजे असे. नेत्रकवचाला लागून सूत्रल पापोद्रे आहेत ते दुसऱ्या पक्षी हाडांच्या कोंडाळ्यास धरून असतात. त्यांच्यामुळे नेत्रगोल असा बांधला गेलेला असतो की, तो त्याच्या अंतरंगातील एका परिवर्तनबिंदूभोवती[1]

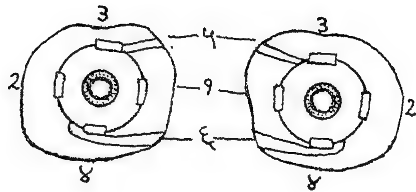
आ० ४१·१० अस्थिविवरात नेत्र. अंक स्नायुगुंफण दर्शवितात.





आ० ४१·११ नेत्रचालक स्नायूंच्या कार्यरेषा. फुलीरेषांचा काटबिंदू तो परिवर्तबिंदू समजावा.

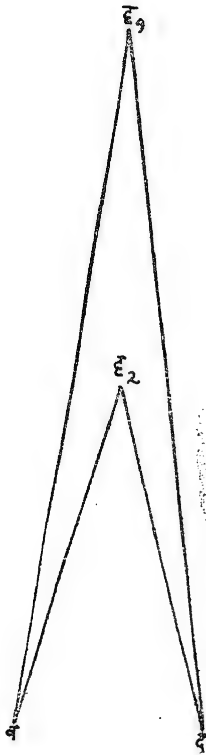
आ० ४१·१२ समोरून पाहिलेले नेत्र स्नायुबंध अंकानी दाखविले आहेत.



फिरू शकतो, पण सहसा इकडे तिकडे सरकत नाही. डोळ्याच्या सभोवार एक मांसवलय असते. त्याने डोळा मिटता येतो. डोळा जोराने मिटला म्हणजे तो मागे दाबला जातो. परंतु डोळा आणि त्या भोवतालचे मांसमेदादि मऊ भाग आकाराने कमी होत नाहीत. डोळा मागे सरकतही नाही. हाडांच्या कोंडाळ्याच्या निमुळत्या टोकापासून चार मांसपेशी निघून नेत्रगोलाच्या वरखाली आणि डाव्या उजव्या अंगाला ज्यायसकनीयस संधीच्या किंचित् मागे लागलेल्या असतात. त्या त्याला मागे खेचतात. पण दुसऱ्या दोन पेशी पुढून मागे लागलेल्या असतात.

त्या त्याला तिरक्या पुढे खेचतात. परिणाम शून्य होतो. पहिल्या चार सरल आणि दुसऱ्या दोन वलिता होत. 1 Centre of rotation.

डोळ्याचे अगदी बारकाईचे चलन म्हणजे जे जवळच्या दृश्यावर दृष्टी एकाग्र करण्यास लागते ते. हे चलन नेत्रगोलाच्या बाहेर नाकाकडील अंगास लागलेल्या सरला पेशीमुळे घडते. हीं मांसपेशी डोळ्याच्या विषुववृत्तावर मधोमध, वर नव्हे खाली नव्हे अशी लागलेली असते. हिच्याच विरुद्ध अंगास म्हणजे गालाकडील बाजूसही अशीच पेशी लागलेली असते. या दोन पेशींच्या पृथक् संकोचनाने कनीयस त्या त्या बाजूला वळविले जाते. एक संकोचते तेव्हा दुसरी सैलावते. सरळ समोर पहात असताना फक्त एवढ्याच चार मांस-पेशींचे काम असते. वर पाहण्याची वेळ आली असताना वरची सरला पेशी संकोचते. त्यामुळे कनीयस वर वळविले जाते. या मांसपेशीचे टोक डोळ्याच्या विषुवाच्या पलीकडे व किंचित् गालाच्या बाजूसही गेलेले असते. त्यामुळे कनीयस दृष्टिरेषेभोवती वरून नाकाकडे फिरविले जाण्याचा संभव असतो. अशी गती अनिष्ट आहे. तिजमुळे दोनही डोळ्यातील दृश्यांचा मेळ निसटेल. तसे होत नाही. कारण या अनिष्ट गतीच्या नेमकी विरुद्ध गती खालच्या वलितेच्या संकोचनाने संभवते. वरची सरला आणि खालची वलिता एकदम एकमेकी इतक्याच संकोच पावतात. खालची सरला आणि वरची वलिता यांची अशीच **संमीलित[1] क्रिया** घडते. येथे हे ध्यानात आणले पाहिजे की वलितांच्या संकोचनाने सरलांची दृष्टिरेषाभोवती संभाव्य फिरकी नष्ट झाली तरी वरच्या सरलेच्या योगाने कनीयस वर वळविणे आणि खालच्या सरलेच्या योगाने ते खाली वळविणे या क्रिया थांबत नाहीत. किंवा त्याच नीटपणे व्हाव्यात म्हणून या वलितांचा उपयोग आहे. एक सरला-वलितांची जोडी संकोच पावत असली म्हणजे दुसरी सैलावत असते. 1 Coordinated.



आ० ४१·१३ दृश्य दूर व जवळ असता दृष्टिरेषातील कोन.

नेत्राचा परिवर्तबिंदु म्हणून जो सांगितला तो नेहमी स्थिर असतो. तसा तो राहून अनेक प्रकारे नेत्रगोल वळतो. हे वळण कनीयसाला अनुलक्षून सांगणेच सोयीचे असते. वरची खालची गालाकडील व नाकाकडील सरला त्या त्या बाजूला कनीयस वळवतात. वरच्या खालच्यांनी केलेले वळण आडव्या अक्षाभोवती म्हणावयाचे आणि दुसऱ्या दोहींनी केलेले वळण उभ्या अक्षाभोवती म्हणावयाचे. येथे आडवा अक्ष म्हणजे दोन गालामधला घेतला पाहिजे. पण दुसराही एक आडवा अक्ष आहे तो सरळसमोर दृष्टिरेषेत असलेला. या अक्षाभोवती डोळा फिरणे इष्ट नसते. म्हणून वलितापेशींची योजना झालेली असते. खाली वर डावी उजवी याखेरीज अधल्यामधल्या दिशेनेही डोळ्याच्या हालचाली संभवतात. त्याकरता त्याच मांसपेशींपैकी अंशतः या व अंशतः त्या पेशीचा वापर होतो हे नुसत्या गणिती विचाराने समजण्यासारखे आहे. **कोणतीही हालचाल करीत असता दोन डोळ्यात पूर्ण सहकार असतो** हे वेगळे सांगणे नकोच.

वाहनातून दर्शन. समजा आपण एका वाहनात असून ते वाहन झपाट्याने पूर्वेकडे चालले आहे, आणि भोवतीचे सर्व पदार्थ स्थिर आहेत. आपण जर समोर पूर्वेकडेच पहात राहिलो तर समोरचे पदार्थ जसजसे जवळ येतात तसतसे ते मोठे मोठे दिसतात. आपण जर पश्चिमेकडे पहात राहिलो तर सर्व पदार्थ मोठ्याचे लहान होताना दिसतात. दोन दृश्यात जर अंतर थोडकेच असले तर ते लवकरच नाहीसे होऊन ते एकमेकास चिकटलेले दिसतात. आपण जर दक्षिणेकडे पहात राहू आणि त्या दिशेस काही अंतरावर एकादी गाडी आपल्या गाडीच्या काटकोनातील रस्त्यावर उभी असेल तर तिचे चाक प्रथमतः तिरके दिसेल आणि ती गाडी आपल्या गाडीच्या नेमकी काटकोनात आल्यावर तिचे चाक म्हणजे सरळ उभी रेषच दिसेल. शाकुंतल नाटकात दुष्यंत आपल्या रथाच्या वेगाची प्रशंसा करताना याच गोष्टी एका पद्यात सांगतो त्या अशा:—

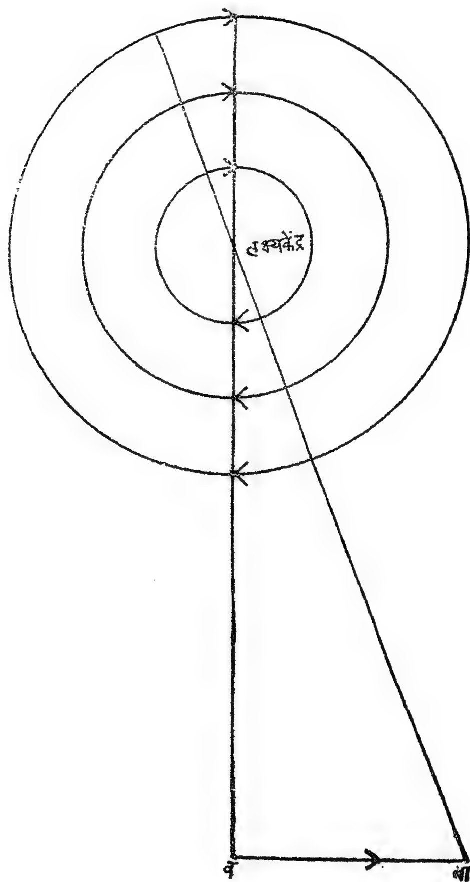
यदालोके सूक्ष्मं व्रजति सहसा तद्विपुलताम् ।
यदर्धे विच्छिन्नं भवति कृतसंधानमिव तत् ॥
प्रकृत्या यद्वक्रं भवति समरेखं नयनयोः ।
न मे दूरे किंचित् क्षणमपि हि पार्श्वे रथजवात् ॥ १·९ ॥

—शास्त्रार्थ अधिक स्पष्ट होण्याकरता दुसरा चरण बदलून घेता येईल तो असा:—

यदालोके स्थूलं व्रजति सहसा तत् सुलघुताम् ।

समजा आपण आगगाडीत बसून खिडकीतून बाहेर पहात आहो. अशा वेळी भोवतालचा गाडी बाहेरील सर्व देखावा आपली गाडी जाते त्याच्या विरुद्ध

दिशेने धावत आहे असे दिसते. दृक्पटलाच्या एकाच भागावर एका मागून एक वेगवेगळे पदार्थ येऊन जात असतात. त्यातील एकेकावर दृष्टी स्थिरावण्याची आपली इच्छा असते. तसे करू जाताच किंचित् काळ तो पदार्थ स्थिर आणि त्याच्या अलीकडले पदार्थ आपल्या वाहनाच्या विरुद्ध तर पलीकडले पदार्थ



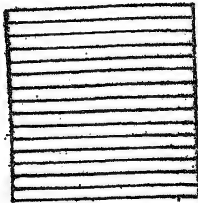
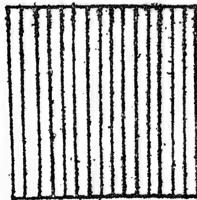
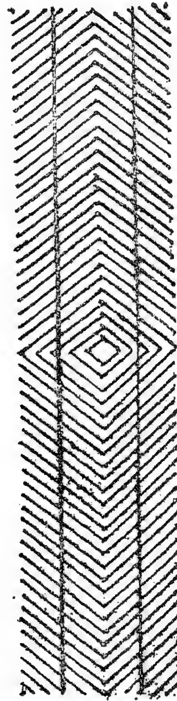
आ० ४१·१४ वाहनातून जाताना दिसणाऱ्या दृश्य पदार्थांच्या फेऱ्या आडवा बाण वाहनाची गतिदिशा दाखवितो.

आपल्या वाहनाच्याच दिशेने फिरते दिसतात. आपण ज्यावर दृष्टी रोखली असेल तोही पदार्थ सरकता असल्यामुळे, खरोखरी आपण सरकत असल्यामुळे डोळे वळवून आपण त्यावरची दृष्टी हालू देत नाही; पण ते काम लौकरच सोडून द्यावे लागते. आपण दुसऱ्या एकाद्या लक्ष्यावर दृष्टिरेषा एकवटतो. पण तोही पदार्थ किंचित काळाने निसटून जातो. आपल्या दृष्टीने आपण तिसरा पदार्थ गाठतो. असा क्रम चालू राहतो. आपण स्थिर आणि दृश्ये अस्थिर असती तर असेच करावे लागले असते. म्हणून ते तसेच आहे अशी समजूत होते. प्रस्तुत प्रसंगी स्थिर पदार्थ झाडे किंवा घरे असे असूनही ही समजूत उत्पन्न होते. मग विचार करून, तसे नाही उलट आहे असे आपण जाणतो. आपल्या दृक्पटलावर एकाचवेळी अनेक प्रतिमा पडल्या तरी त्यातली नेमकी एकच एक प्रतिमा दृक्-पटलाच्या मध्यावर घ्यावी, असा डोळयांचा प्रयत्न सतत चालू असतो. दृष्टि-रेषेच्या काटकोनात धावत्या पदार्थांच्या बाबतीत हा प्रयत्न फारच थोडा वेळ साधतो. पुनः पुनः नवे नवे दृश्य पकडावे लागते. या विचारावरून समजून येईल की, दृष्टिसंवेदनावरून बाह्य पदार्थांचे ज्ञान मिळवणे या प्रक्रियेत प्राथमिक संवेदनानंतर मानसक्रियांचे बरेच महत्त्वाचे अंग असते. **पुष्कळशा गोष्टी तर्काने जाणावयाच्या असतात.**

दृष्टिज्ञानाचे स्वरूप पुष्कळसे मनोव्यापारावर अवलंबून असते हे ध्यानात घेतले असता अशा ज्ञानात पुष्कळशी कसर प्रसंगोपात्त राहते, या गोष्टीचे आश्चर्य वाटावयास नको. प्रतिबिंबाची आकृती ती बिंबाची आकृती असे मनोगत कोष्टक असते. दृक्पटलावरील प्रतिबिंबाच्या आकारावरून आपणाला बिंबाचा आकार जाणावयाचा असतो. प्रतिबिंबाची आकृती दृक्पटलातील चैतनाग्रांनी प्रत्ययास येते. पण तिजबरोबर ते प्रतिबिंब घेण्याकरता पल्लवी मांसाला जे आयास पडले असतील ते आणि नेत्रबाह्य मांसपेशींना दोन नेत्रातील प्रतिबिंबांचे अनुसंधान राखण्याकरता आयास पडले असतील तेही जमेस धरून बिंबाची दूरता जाणावी लागते. ती जमेस धरल्याखेरीज आकार निश्चित होत नाही. नेत्रातील प्रतिबिंब लहान बिंबाचे असेल किंवा मोठ्याचे असेल. दृक्पटलातून येणाऱ्या चेतना आणि मांसपेशीतून येणाऱ्या चेतना या दोहोंचा मेळ मनाने घातल्याखेरीज निश्चित ज्ञान होत नाही. दुष्यंत राजाचे उदाहरण घेतले असता, तो रथ झपाटयाने चालला आहे की क्षणोक्षणी दृश्यांच्या दूरता बदलत आहेत, त्यांच्याविषयी दृक्पटलातून होणारे आकृतिज्ञान आणि मांसपेशीतून उत्पन्न होणारे दूरता-ज्ञान यांचा मेळ घालावयास मेंदूला वेळच मिळत नाही. आपण रथात बसून चाललो आहो ही

भावना मात्र सर्व मांसपेशीतून उत्पन्न होत असते. ती जमेस धरूनच नेत्रपटलांनी दिलेल्या संवेदनांचा अर्थ केला तर तो नीट लागतो. नाहीतर भ्रांत कल्पनाच मनात येतात.

दृष्टिभ्रमाची उदाहरणे नेहमी देण्यात येतात त्यातली काही शेजारी आकृतीत दिली आहेत. उजवीकडे समांतरपणे काढलेल्या आखूड रेषांच्या दोन संचातून दोन लांब रेषा समांतरपणेच काढलेल्या आहेत, तरी त्या वरती खालती फुलत्या दिसत आहेत. डावीकडे दोन सारख्या लांबीच्या रेषांच्या शेवटी उलटसुलट टोपणे काढली आहेत त्यामुळे त्या रेषा बिनसारख्या भासत आहेत. दोन चौकांपैकी एकात उभ्या, एकात आडव्या समांतर रेषा काढल्या आहेत. चौकासारखेच असूनही एक उंचट व दुसरा रुंदट वाटत आहेत. नेत्रात उत्पन्न होणारे ज्ञान सापेक्ष असते. सापेक्षतेने भ्रम उत्पन्न होतात. अन्य सापेक्षतेने त्यांचा निरास करावा लागतो. लांबी व कोन मोजण्याची साधने सापेक्षतेवरच आधारलेली असून तशीच ती वापरावी लागतात. रंगाच्या ज्ञानासंबंधीही गोष्ट अशीच आहे.

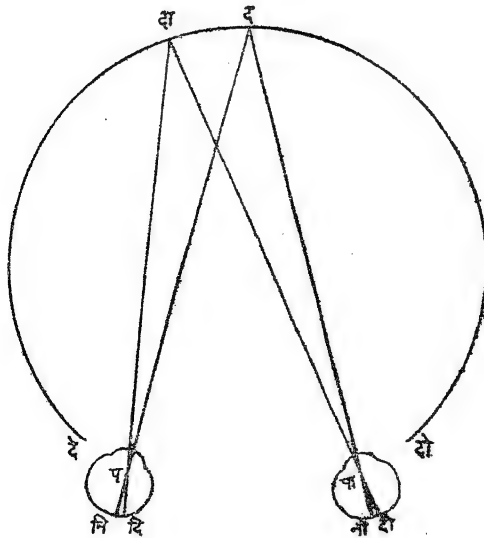
आ० ४१·१५ दृष्टिभ्रम.

आपल्या **दृक्पटलाचा स्पष्ट दर्शनास उपयोगी भाग लहानसा** आणि इतर **सर्व पटल अस्पष्टदर्शी** असते ही गोष्ट व्यवहारात फार उपयोगी आहे. एकाच वेळी एका पदार्थाकडे टक लावून पहात असताना इतर कितीतरी ठिकाणे दिसू शकतात याविषयी थोडा गणितात्मक विचार करणे अवश्य आहे. पहिली गोष्ट

नेत्राच्या पर्वबिदूंविषयी आहे. कोणत्याही फुगट भिगात त्याच्या अक्षावर असा एक बिंदू असतो की, बाहेरून येऊन त्यातून जाणारा किरण न वाकता पार जातो. या बिंदूस त्याचा प्रकाशीय (आक्षिक) केंद्र[1] म्हणतात. नेत्र हे फुगट भिगासारखेच असते. त्यालाही एक प्रकाशीय केंद्र असते. तो नेत्रभिगात त्याच्या पाठीजवळ दर्शनाक्षावर असतो. त्यास त्याचा पर्वबिंदू[2] असे म्हणतात. बाहेरून येणारे किरण न वाकताच त्यातून पार जातात.

1 Optical centre. 2 Nodal point.

आपण एखाद्या दृश्य बिंदूवर दृष्टी रोखली असताना तो बिंदू तर नीट दिसतोच पण त्याच्या आसपासचेही काही दिसू शकतात. दृश्य बिंदूचे नेत्रपर्वापासून अंतर, नेत्रपर्वाचे दृक्पटलापासून अंतर आणि दृक्पटलाची वक्रता, या गोष्टी माहीत असल्या म्हणजे गणितरीतीने **कोणकोणत्या ठिकाणचे बिंदू आपणास दिसणे शक्य** आहे ते ठरवणे अगदी सोपे आहे. नेत्र ठराविक अंतरावर असताना बिंबावरून प्रतिबिंबाचा निर्णय ज्या रीतीने होतो त्याच रीतीने प्रतिबिंबावरूनही बिंबाचा निश्चय होऊ शकतो. आपण नेहमी दोन नेत्र एकाच दृश्यावर रोखतो.



आ० ४१·१६ आलोक्य

त्यामुळे दोनही नेत्रात अनुरूप स्थानी पडू शकणारी प्रतिबिंबे कोणत्या ठिकाणच्या बिंबाची असली पाहिजेत हे ठरविणे तर त्याहून सोपे आहे. समजा एका द्रष्टयाच्या नेत्राचे पर्वबिंदू प आणि पा हे आहेत द हा दृश्यबिंदू आहे. दप आणि दपा या रेषा वाढविल्या असता नि आणि नी या ठिकाणी दृक्पटलास भिडतात. अर्थात् याच ठिकाणी नेत्रांच्या नाभिका असल्या पाहिजेत. आता नि आणि नी यापासून उजवीकडे एकाच अंतरावर दि आणि दी हे दोन बिंदू दृक्पटलात असले तर त्यावर एकाच बाह्य बिंदूचे प्रतिटिंब पडले पाहिजे. हा बिंदू दि-प आणि दि-पा या दोनही रेषा वाढविल्या असता त्यावर असला पाहिजे. म्हणजे अर्थात् द या ठिकाणी असला पाहिजे. याचप्रमाणे एकमेकाला अनुरूप असलेले अनेक बिंदू घेऊन त्यांचे नेत्राबाहेरचे प्रतिबिंदू ठरवता येतील या सर्व बिंदूमधून जाणारी रेषा निघेल ती प्रतिदृक्पटलरेषाच ठरते. कारण तिजवरील सर्व बिंदू दृक्पटलावर प्रतिटिंबित होतात.

येथे दृक्पटलातील एकाच पातळीतील रेषांचा विचार केला आहे. पण वस्तुतः अशा अनेक पातळयातील रेषांचे दृक्पटल बनलेले आहे. प्रस्तुत धोरणाने दोनही दृक्पटलांस अनुरूप असे प्रतिदृक्पटलही निश्चित करता येते. अशा पटलास **आलोक्य**[1] असे नाव योजले आहे. कारण अशा पटलाचे आलोकन डोळयाच्या एका अवस्थेत एका वेळी आपोआप घडत असते. एकाच बिंदूवर दृष्टी रोखली असताही आसमंतात म्हणजे सभोवारचे जे दर्शन घडते ते आलोक्य होय.

1 Horopter.

आपले **आलोक्यक्षेत्र आपल्या नेत्रांच्या ठेवणीने मर्यादित** झालेले असते. नेत्रांच्या तारकामधून जे प्रकाशकिरण येतात तेवढेच दृक्पटलावर केंद्रित होणे शक्य आहे. दृश्य टिंब आणि त्याचे दृक्पटलावरील प्रतिटिंब, यांना जोडणारी रेषा नेत्रपर्वामधूनही गेली पाहिजे असा नियम आहे. यावरून पाहता आलोक्य जेवढे असावे त्यापेक्षा ते वस्तुतः मोठे असते असे अनुभवास येते. आपण सरळ समोर दृष्टी रोखली असली तर आपणास आपले खांदे दिसत नाहीत. पण या खांद्यांच्या जरा पुढे दोन नेत्रांना स्पर्श करून जाणाऱ्या पातळीत आपले बोट धरले तर ते दिसू शकते. आपले आलोक्य येथपर्यंत मागे आलेले असते. वरच्या बाजूस भुवई आणि खालच्या अंगास गाल यांनी या आलोक्याला सीमा उत्पन्न होते. दोनही नेत्रांचा उपयोग एकदम न करता एकेका नेत्राचाच उपयोग केला तर डाव्या नेत्राच्या आलोक्याला उजवीकडे आणि उजव्याला डावीकडे मर्यादा उत्पन्न होते ती नाकाच्या उंचवटयाची.

प्रत्येक नेत्र दुसऱ्या नेत्राच्या आलोक्यातील ही उणीव भरून काढतो. एकेका नेत्राच्या आलोक्यापेक्षा दोनही नेत्रांचे मिळून आलोक्य मोठे असते.

नेत्रतारका आणि नेत्रपर्व यामधून जाणाऱ्या रेषेच्या पलीकडे जो आलोक्य-विस्तार आढळतो त्याचे कारण असे की पर्वासंबंधी जो नियम काढलेला आहे तो अक्षाच्या जवळपासच्या मार्गाने जाणाऱ्या प्रकाशासंबंधी आहे. अक्षापेक्षा पुष्कळ निराळ्या दिशेने जाणाऱ्या किरणांना तो नियम लागू नाही. अशा किरणांनी टिंबाचे चांगले प्रतिटिंब उमटत नाही हे मात्र खरे. अशा बहुतेक आडव्या किंवा तिरक्या दिशेने पाहिलेले टिंब अस्पष्ट दिसते हे सहजच आहे. स्पष्ट दर्शनावरच कटाक्ष ठेवला तर आलोक्य बरेच आकुंचित आढळते आणि अस्पष्ट दर्शनही जमेस धरले तर **आलोक्य पुष्कळ विस्तृत** आढळते. आकाराने लघुतम दृश्य घेतले तर आलोक्य अगदीच लहान, अक्षाभोवती अवघा ८° कोन करणारे असल्याचे आढळते. दृश्य ढोबळ घेतले आणि अस्पष्टताही जमेस घेतली तर आलोक्य अक्षाशी ९०° कोन करणारे आहे असे आढळते. आकृतीत दाखवलेल्या वर्तुळाबाहेर किंवा आतसुद्धा जी टिंबे आहेत तेथून निघणारा प्रकाश नेत्राच्या दृक्पटलावर प्रतिटिंबित होत नाही हे खरे, पण तेथे पोचत नाही असे नाही. तो तेथे पोचतो. त्यामुळे दृष्टिसंवेदनाही उत्पन्न होते, पण ती स्पष्ट नसते एवढे खरे. एका विशिष्ट दृश्यावर दृष्टी रोखली असता ज्या क्षेत्रातील टिंबे दृक्पटलावर प्रतिटिंबित होऊ शकतात तेवढ्या क्षेत्रासच आलोक्य म्हणावे. मग ते स्पष्ट असो की नसो. अशा व्याख्येमुळे दे दा द दो या कंसातील सर्व बिंदु आलोक्यात येतात. यापैकी लक्ष्य बिंदू जो द त्याच्या जवळपासचे बिंदू स्पष्ट दिसतात. इतर अस्पष्ट दिसतात.

आलोक्य म्हणून जे आताच आखून घेतले त्यापेक्षा आपल्या दृष्टीची व्याप्ती वस्तुतः मोठी असते. कारण आलोक्याच्या दूरपर्यंत पलीकडले बिंदू आणि थोडेसे अलीकडील सुद्धा आपल्या नेत्रपटलावर प्रकाश टाकू शकतात पण तो चांगला केंद्रित होत नाही, पिसकारलेला राहतो. आंतरबाह्य मांसपेशींनी थोडीशी नेत्रांची हालचाल करून हे बिंदू आलोक्य क्षेत्रात आणता येतात. थोड्याशा मर्यादेत अशा हालचाली आपल्याला न कळत चाललेल्या असतातही. उदाहरणार्थ आपण सहा चरण अंतरावर उभा असलेला एकादा माणूसच पहात असलो तर ज्या वेळी त्याच्या नेत्राच्या कनीनिका आपल्या आलोक्यात येतात तेव्हा त्याच्या नाकाचा शेंडा आणि त्याचे कान आलोक्यात येत नाहीत. पण वस्तुतः आपल्या दृष्टीच्या आटोक्यात येतात. **नेत्राच्या किंचित् हालचालीने** क्षणार्धात–नव्हे क्षणशतांशात-आपण त्याचे नाक आणि

कान पाहून घेतो. मग आपली दृष्टी त्याच्या दृष्टीशी भिडवून ठेवतो. दृक्पटलावर पीतस्थानाच्या बाहेर पडलेले प्रतिबिंब अस्पष्टपणे का होईना पण कळून येते. तसे ते कळून आल्याबरोबर ते पीतस्थानाशी आणण्याकरता हालचाली करण्याची प्रेरणा चेतन्यांच्याद्वारा मांसपेशींना मिळते. दृश्य स्थूल असले तर आपण कोणत्या तरी त्याच्या भागावर दृष्टि एकाग्र करतो. त्या वेळी त्या पदार्थाचे इतर भाग आलोक्याच्या आतबाहेर जवळच असतात. त्यावरून तो स्थूल आहे, त्याला काही लांबी रुंदी उंची आहे असे आपणास कळू शकते.

आपण दोनही नेत्र उघडून सरळ समोर दूर पहात असलो म्हणजे समोरचे आणि आजूबाजूचे देखील सर्व पदार्थ आपल्या दृष्टीच्या आटोक्यात येतात, असे म्हणावयास हरकत नाही. दोनही नेत्रामधून जाणाऱ्या उभ्या पातळीच्या मागले पदार्थ मात्र आपणास दिसत नाहीत; इतकेच. ते आटोक्यात आणण्याकरता आपणाला तोंड फिरवावे लागते. ज्या पदार्थाचे प्रतिबिंब आपल्या नेत्रातील पीतस्थानावर पडते त्याचे दर्शन स्पष्टपणे घडते, इतरांचे अस्पष्टपणे घडते. बहुधा या अस्पष्ट पदार्थाकडे आपले लक्ष वेधले जात नाही. तथापि असा एकादा **पदार्थ हालता असला तर मात्र त्याच्याकडे लक्ष लगेच वेधले जाते**. आपण आपली दृष्टी लगेच तिकडे वळवतो आणि आपण तो पदार्थ नीटपणे पाहून घेतो. आपण आपल्या एकाद्या मित्राबरोबर मजेने मोकळ्या मैदानावर चालत असलो म्हणजे विशेष कोणत्याच दृश्याकडे आपले लक्ष नसते. पण अशा प्रसंगी एकादा पक्षी भुर्रदिशी दुरून आपल्या उजव्या खांद्याकडे येत असला तर आपले लक्ष तात्काळ त्याच्याकडे लागते. त्याचप्रमाणे एकादे मांजर आडवे गेले तर ते चट्दिशी कळून येते.

पीतेतर दृक्पटलावर अगदी अंधुक असे प्रतिबिंब पडले तरी ते कळून येते. विशेषतः ते हालते असले तर हटकून कळून येतेच. या गोष्टीचे कारण पूर्वी सांगितले आहे ते असे की, पीतस्थानात एकेक शंकू एकेका स्वतंत्र चैतन-तंतूशी संबद्ध असतो म्हणून तेथे स्पष्ट दृष्टिसंवेदना उत्पन्न होते. तसे होण्यास उजेड भरपूर पाहिजे. पीतेतर भागात संवेदना थोडक्या प्रकाशाने उत्पन्न होऊ शकतात, पण त्या अस्पष्ट असतात, कारण अनेक शलाका किंवा शंकू एकेका चैतनतंतूशी संबद्ध असतात. भोवताली काही विघ्न आहे की काय, विशेषतः आपणावर कोणी चाल करून येत आहे की काय, हे तात्काळ कळून येण्याची विशेष आवश्यकता असते, ती यामुळे भागविली जाते. **अस्पष्टदर्शनाची व्याप्ती मोठी** आणि **स्पष्टदर्शनाची लहान** ही व्यवस्थाच एकंदरीने हिताची असते. हालता पदार्थ अगदी अल्पकाळात

पीतेतर दृक्‌पटलावरील पुष्कळ प्रत्यंगे उत्तेजित करतो म्हणून तो अल्प प्रकाशानेही कळून येतो.

ज्या गोलात तारे बसलेले दिसतात त्यास भगोल म्हणतात. हा नेहमी गोलार्ध दिसतो. असे होण्याचे कारण उघडच आहे की, तो केवळ आपल्या नेत्रगोलार्धाचे प्रतिबिंब-रूपाने आपणास दिसत असतो. आकाश गोल का तर आपले नेत्र गोल आहेत म्हणून. हे या प्रश्नाचे अगदी साधे उत्तर आहे.

नेत्र या इंद्रियात नेत्रगोलाच्या अनुषंगाने पापण्या भुवया अश्रुप्रपिंड अश्रुकोश हे अवयव असतात. त्या सर्वांचा उपयोग नेत्रगोलाच्या संरक्षणार्थ होत असतो. भ्रू आणि पक्ष्म यांचा उपयोग प्रकाशनियमनात होतोच, शिवाय शल्य निवारणातही होतो. अश्रूंचा उपयोग ओलावा राखणे आणि शल्य वाहवून टाकणे असा दुहेरी असतो. या कामी त्यांना पापण्याचे साहाय्य होत असते.

प्रकरण ४२

अन्नरसायन, विषापासून अमृत

अन्नविषयक रसायन ते अन्नरसायन. रसाचे अयन ते रसायन. अयन म्हणजे मार्ग. सूर्याचे दक्षिणेस जाणे ते दक्षिणायन. रसाचे कोणीकडे जाणे ते तर्काने जाणावयाचे आहे. पृथ्वीला रसा म्हणतात. पृथ्वीवर जी झाडेझुडे उगवतात ती तिच्या अंगातील रसाने पोसलेली असतात. या रसाचा बहुतांश पाण्याचा असतो. झाडाझुडांच्या अंगच्या रसात लवणे असतात ती त्यांच्या मुळांच्या द्वारा मातीतून [illegible] आलेली असतात. लवणे आणि पाणी यांखेरीज झाडांच्या अंगातील रसात दुसरी द्रव्ये असतात हे उघडच आहे. उसाच्या रसात गोड द्रव्य असते. [illegible] रसांत कडू द्रव्य असते, अंबाडीच्या रसात अंबट द्रव्य असते. ही गोड कडू अंबट द्रव्ये काही मातीत तयार नसतात. ती पानांच्या द्वारा हवेतून घेतलेल्या द्रव्यापासून झाडांच्या अंगात तयार झालेली असतात. मुख्यतः धान्ये ही आपली अन्नसामग्री असते. धान्यातील पोषक द्रव्ये झाडांच्या अंगात, खत पाणी हवा यापासून उत्पन्न झालेली असतात. एकाद्या द्रव्यापासून किंवा द्रव्यांच्या संचापासून अन्य द्रव्ये उत्पन्न होणे ही साधी क्रिया नव्हे, विशेष क्रिया किंवा [illegible] **विक्रिया**[1] आहे. विक्रियाविषयक शास्त्राला रसायन[2] म्हणतात.

1 Chemical reaction. 2 Chemistry.

इंग्रजीत रसायनशास्त्राला केमिस्ट्री म्हणतात. हा शब्द अरबी अल्केमी या शब्दापासून आला असून त्याचा अर्थ किमया असा आहे. किमया म्हणजे विस्मयावह गोष्ट. खत पाणी हवा यापासून धान्यादि पदार्थ उत्पन्न होणे ही किमयाच नव्हे काय? ही किमया स्वाभाविक नित्यनेमाने घडणारी आहे. जादूगार करतो ती किमया फसवी असते, तशी ही किमया फसवी नाही. सत्य आहे. आपल्या आधीन ती नाही म्हणून तिचा विस्मय वाटतो. तथापि ही किमया काहीच नव्हे अशी एक **किमया आपल्या स्वतःच्या शरीरात** चालू असते. आपली शरीरद्रव्ये अन्नद्रव्यांपासून उत्पन्न होतात ही काय लहानसहान किमया झाली ? देहद्रव्ये विनाशी आहेत, ती टिकाऊ नाहीत. कणशः त्यांचा विनाश होत असतो. एकापक्षी ती अन्नद्रव्यापासून उत्पन्न होत असतात आणि दुसऱ्या पक्षी ती विनाश पावून मलद्रव्ये

उत्पन्न होत असतात. अन्नद्रव्यांपासन त्यांची उत्पत्ती काही काळ थांबेल पण त्यांचा विनाश थांबणे संभवत नाही. आपण काही दिवस उपाशी राहू शकतो पण श्वास टाकल्यावाचून राहू शकत नाही. आपण जो श्वास टाकतो त्यात आपल्या देहद्रव्यांपासून उत्पन्न झालेले मुख्य द्रव्य CO_2 असते. इतर द्रव्ये मूत्रात आणि घामात असतात. ही सर्व मलद्रव्ये होत.

माणसाचे सर्व अन्न झाडाझुडांच्या किंवा पशुपक्ष्यांच्या देहात उत्पन्न होते. पण पशुपक्षी देखील आपले अन्न झाडाझुडातूनच मिळवतात. तेव्हा आपले सर्वच अन्न झाडाझुडात तयार होते असे म्हणण्यास प्रत्यवाय नाही. झाडेझुडे आपणास लागणारे अन्न, माती पाणी व हवा यातून घेतात. पाणी जसेच्या तसेच त्यांच्या अंगात शिरते. हवेतला कौद्व CO_2 पानावाटे आणि खते मुळावाटे यांच्या पर्णरूप अंगात जातात. खतात प्रमुख पाच लवणे असतात. KNO_3, $NaCl$, $MgSO_4$, $CaH_4(PO_4)_2$, $FeCl_3$ ही ती पाच लवणे होत. हवा पाणी आणि अनेक लवणे व मानवी अन्नातील घटके यापासून मनुष्यदेह उत्पन्न होतो असे यावरून दिसून येते. आपल्या अंगातून जी मलद्रव्ये उत्पन्न होतात त्यातून कौद्व हा उच्छ्वासाने सतत बाहेर पडत असतो. पाणीही त्याबरोबर बाष्पक-रूपाने जात असते. काही पाणी बाष्पकरूपाने घामावाटे जात असते. पुष्कळसे पाणी मूत्रात आणि पुरीषातही जाते. मूत्रपुरीषात पुष्कळशी लवणे असून शिवाय अनेक कार्बनी द्रव्येही असतात. अंतकाळी शवामध्येही पाणी लवणे आणि कार्बनी द्रव्ये राहतात. अंतिम छाननीमधे जी मूलद्रव्ये अन्नपाण्यात आणि हवेतून घेतलेल्या वायूत असतात तीच मलमूत्रशवात आढळतात. या घडामोडीत हजारो विक्रियांचा अंतर्भाव असतो. यासंबंधी शास्त्रास **जीवरसायन**[1] म्हणतात.

1 Biochemistry.

जे जीविताला अपाय करते ते विष आणि जे हितावह असते ते अमृत होय. विषापासून अमृत उत्पन्न होणे या परती किमया ती कोणती ? अशी किमया सदासर्वदा जगतात चाललेलीच आहे. आपल्या प्रत्येक निश्वासाने आपण कौद्व CO_2 वायू सभोवारच्या हवेत सोडीत असतो. तरीसुद्धा सभोवार मोकळ्या हवेमध्ये त्याचा अंश काही वाढत नाही. सुमारे १०,००० त तीन इतकेच आहे ते आहे. यावरून अनुमान निघते की जवळपास कोठे तरी या वायूचा खप होऊन ऊर्व O_2 वायू उत्पन्न होत असतो. आपण कौद्व खपवीत असूनही तो कमी होत नाही. आपण या वायूला सहजच विष मानू. कारण श्वासामध्ये तो अधिकाधिक घेतल्याने शरीरास अपाय होतो. उलट ऊर्वाला आपण अमृत म्हणू, कारण

त्यावाचून आपली जीवधारणाच मुळी अडून जाते, मृत्यू येतो. आपण अन्न नित्यनेमाने खपवीत असतो तरी वर्षानुवर्ष ते नवीन उत्पन्न होऊन पुरवठ्यास येत आहे. अन्न तयार होत आहे झाडाझुडांच्या अंगात. जेथे हे अन्न तयार होते तेथेच कौद्व वायू जिरतो आणि तेथे ऊर्ववायू उत्पन्नहीं होतो. खरोखरी कौद्वातील कार्बन आणि पाणी यापासून आपले आद्य अन्न तयार होते. ते आद्य अन्न म्हणजे एक साखरच असते. उसापासून आपल्याला एक साखरच मिळते. धान्यादिकांत साखरेपासून तौकीर तयार होते ते आपणास मिळते. लवणे आणि शर्करा यांच्यापासून तयार झालेली अन्यद्रव्येही आपणास मिळतात. **अन्नाची ही उत्पत्ती** ही मोठी **किमयाच** नव्हे काय ?

सामान्यत: आपण ज्याला **साखर** म्हणतो ते द्रव्य उसाच्या रसातून काढतात. याखेरीज मधात दोन साखरा असतात. मध भांड्यात भरून वर्ष दोन वर्षे ठेवला तर एका साखरेचा साख जमतो. ही साखर उसाच्या साखरेइतकी गोड नसते. ही तोळाभर साखर पेलाभर पाण्यात विरघळली तर त्या पाण्यास जी गोडी येते तितकीच गोडी तितक्याच पाण्यास येण्याकरता पाऊण तोळा ऊससाखर पुरते. म्हणून ही साखर ऊससाखरेच्या पाऊणपट गोड असते, असे म्हणावयाचे. मधातील या साखरेला द्राक्षजा[1] असे नाव आहे, कारण ती द्राक्षातील रसातून प्रथम वेगळी काढण्यात आली. मधात द्राक्षजासाखरेखेरीज दुसरी एक साखर असते तिचे रवे सहसा मधातल्या मधात उत्पन्न होत नाहीत. तरी द्राक्षजेचे रवे निथळून काढले असता जो मधाचा द्रवांश राहतो तो मूळच्या मधापेक्षा अधिक गोड असतो. त्यावरून त्यात एक साखर राहिली असून ती द्राक्षजेहूनही गोड आहे असे अनुमान निघते. खरोखरी ती ऊससाखरेच्यापेक्षा पावणेदोनपट गोड असते. या साखरेला फलजा[2] म्हणतात, कारण ती प्रथमत: अनेक जातीच्या फळात आढळून आली. ऊससाखरेस इक्षुजा[3] असे नाव आहे.

1 Glucose. 2 Fructose. 3 Sucrose.

उसाच्या रसापासून साखर काढण्याकरता मोठी यंत्रसामग्री वापरतात, परंतु शंभर वर्षांपूर्वी अशी सामग्री नव्हती. तरी साखर तयार होत नसे असे नाही. उसाचा रस आटवून गूळ करण्याचा प्रघात फार जुना आहे. गूळ होण्याइतपत रस आटण्यापूर्वी थोडा वेळ तो निववला तर जो पाक राहतो त्यास काकवी* म्हणतात. काकवी भांड्यात भरून वर्षभर स्वस्थ राहू दिली तर तिच्या तळाशी

* फाणित = काकवी.

साखरेचे रवे जमतात, हे रवे निथळून घ्यावे, पाण्यात विरघळावे, तो विरघळा आटवावा, नवे रवे पडू द्यावे, ते निथळून घ्यावे, असे पुन: पुन: केले असता शुद्ध साखरेचे रवे मिळू शकतात. प्रत्येक खेपेस निथळ्यात थोडीशी साखर जाते ही गोष्ट खरी. पण प्रत्येक खेपेस गाळून राहिलेली साखर अधिकाधिक शुद्ध होत जाते हा लाभ आहे. गुळात थोडी द्राक्षशर्करा असते. त्यात थोडे पाणीही राहिलेले असते. त्यामुळे द्राक्षशर्करा कालांतराने आंबते. गुळात आणखी काही कार्बनी द्रव्ये असतात त्यांना पिवळा पिंगा असा रंग असतो. गुळात काही लवणेही राहिलेली असतात. या सर्व सहद्रव्यामुळे गुळास साखरेपेक्षा काही निराळी चव येते. जात, खत, आणि संगोपन यामुळे उसाच्या रसाच्या घटनेत भेद उत्पन्न होतात तेच गुळात प्रकट होतात. शेती-सुधारणेने गुळातील सहद्रव्ये आरोग्यावह होतील अशी योजना करता येणे शक्य आहे. युरोपीय देशात बीट नामक वानसापासून साखर काढतात ती बीटसाखर खरी पण रसायनदृष्टया ती ऊस-साखरच असते. **इक्षुजा, फलजा** आणि **द्राक्षजा या तीन शर्करा पुष्कळ फळात** आढळतात.

तांदूळ, गहू, जोंधळा, बाजरी, मका ही एकदलिक धान्ये किंवा मूग, मटकी चवळी, हरभरा इत्यादी द्विदलिक धान्ये, यांना कच्चेपणी काही चव असते ती सपक असते. ही धान्ये भिजवल्यावर त्यात गोडी येते, शिजविल्यावरही येते. भिजविल्याने गोडी येण्याला दिवस दोन दिवस वेळ लागतो. भिजविलेल्या किंवा, शिजविलेल्या धान्याचे पाणी गाळून स्वच्छ करून घेऊन आटविले असता त्यातून एक साखर रवाळून निघते. या साखरेस **धान्यजा**[1] असे नाव योजिले आहे. धान्याला मोड येऊ देऊन ते वाटून त्याचा लगदा करून मग त्याचे पाणी गाळून घेतले असता ही साखर बरीच हाती लागते. ही साखर ऊससाखरेइतकी गोड नसते. एकाच मापाच्या पाण्याला एकाच यत्तेची गोडी आणण्याकरता ऊससाखरेच्या तिप्पट धान्यजा घ्यावी लागेल. म्हणून धान्यजेची गोडी इक्षुजेच्या तृतीयांश ठरते.

1. Maltose.

दुधाला काही गोडी असते. म्हशीच्या दुधाला गाईच्या दुधापेक्षा गोडी अधिक असते असे काही जण म्हणतात, तर त्याच्या उलट गाईच्या दुधालाच अधिक गोडी असते, असेही काही जण म्हणतात. हा गोडीतील भेद दुधातील घृतांशामुळे आलेला असतो. घृतांश वेगळा काढला असता गाईच्या दुधालाच गोडी अधिक असल्याचे प्रत्ययास येते दुधात एक साखर असते ती पूर्वोक्त साखरां-

पेक्षा निराळी असते. तिची गोडी इक्षुजेपेक्षा बरीच कमी असते. या साखरेस साहजिकच **दुग्धजा**[1] असे नाव दिलेले आहे.

1 Lactose.

इक्षुजा, धान्यजा व दुग्धजा पृथक्पणे पाण्यात विरघळून त्यात थोडे गंधिकाम्ल किंवा हराम्ल घातले आणि विरघळा शेकला तर जरा वेळाने मूळची साखर नाहीशी होते. तिच्या जागी इक्षुजेपासून द्राक्षजा आणि फलजा अशा दोन साखरा उत्पन्न होतात. धान्यजेपासून केवळ द्राक्षजाच उत्पन्न होते आणि दुग्धजेपासून द्राक्षजा आणि **आदुग्धजा**[1] ही आणखी एक वेगळी साखर अशा दोन शर्करा उत्पन्न होतात. विक्रियावाक्य असेः— इक्षुजा धान्यजा

किंवा दुग्धजा पाणी द्राक्षजा फलजा, आदुग्धजा किंवा द्राक्षजा

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

या विक्रियात पाणी अंशभागी असते. पाण्याचा एक रेणू आणि साखरेचा एक रेणू मिळून निराळे साखरेचे दोन रेणू उत्पन्न होत असतात. म्हणून अशा विक्रियेस उदकसंभेद[2] म्हणतात. आपल्या शरीरात जेव्हा या साखरा आपण अन्न म्हणून घेतो किंवा अन्नातील धान्यादिकांपासून त्या उत्पन्न होतात तेव्हा त्या आपल्या रक्तात द्राक्षजा या रूपानेच उतरलेल्या आढळतात. यावरून फलजा आणि आदुग्धजा यांपासून आपल्या देहात द्राक्षजाच उत्पन्न होते असे म्हणावे लागते. साखर तापवली की करपते. तेव्हा पाण्याची वाफ होऊन उडून जाते आणि शुद्ध कार्बन द्रव्य शिल्लक राहते. द्राक्षजा फलजा आणि आदुग्धजा यातून जितके कार्बन-रेणू निघतात तितकेच पाण्याचे रेणू निघतात. परंतु इक्षुजा धान्यजा व दुग्धजा यातून निघणाऱ्या कार्बन व पाणी यांच्या रेणूंचे गुणोत्तर १२ स ११ असे असते.

1 Galactose. 2. Hydrolysis.

सर्व साखरा पाण्यात विरघळतात पण त्यांची विरघळण्याची परमावधी (विद्रुती) वेगवेगळी असते. प्रत्येक साखरेची गोडीही वेगवेगळी असते. सर्व साखरांचे रवे पडतात ते तापविले असता वितळतात, वितळण्याचे तपमान साखरेगणिक वेगवेगळे असते. पुढील कोष्टकात २५° C स १०० भार पाण्यात विरघळणारी परमावधी सांगितली आहे.

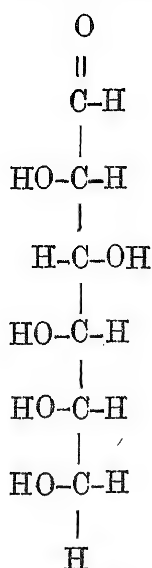
शर्करा	विद्रुती	वितळबिंदू	समास
द्राक्षजा	१००	१४६°	$C_6H_{12}O_6$
फलजा	५०० च्यावर	१०५°	,,
आदुग्धजा	६८	१६५°	,,
इक्षुजा	३००	१८६° वितळताना करपते	$C_{12}H_{22}O_{11}$
धान्यजा	११०	१०२° वितळताना करपते	,,
दुग्धजा	२०	२०१°	,,

मन्नोजा[1] नावाची एक साखर काही डिंकात आणि शरीरातील कफद्रव्यात व प्रोतीन द्रव्यात संयुक्त असलेली आढळते. तिचा समास द्राक्षजेसारखाच आहे.

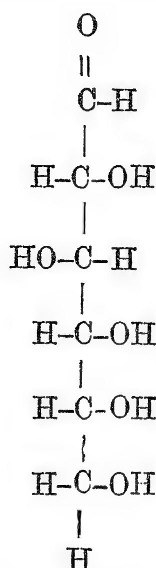
1 Mannose.

एकच रासायनिक समास ज्याचा आहे अशा अनेक शर्करांचा उल्लेख आताच केला आहे. एकसमासिकांचे हे भिन्नत्व कसे संभवते, याविषयी उपपत्ती लागलेली आहे ती अशी: कार्बनाणूला चार पाश[1] किंवा बंध असतात. या अणूभोवती एक चार टोकी आकृती कल्पावी. या आकृतीला एक त्रिकोणी पाया कल्पून तटही त्रिकोणीच कल्पावे लागतात. म्हणजे चतुष्कूट[2] आकृती सिद्ध होते. या भरीव आकृतीच्या एकेका टोकापर्यंत एकेक पाश पसरलेला असतो. $C_6H_{12}O_6$ समास असणाऱ्या शर्कराद्रव्याच्या एका रेणूत सहा अणू असतात ते एकामेकाशी एकेका पाशाने किंवा बंधाने जोडलेले असतात. अंत्य कार्बनाणू सोडून इतरांपैकी प्रत्येक कार्बनाणूचे दोन दोन बंध असे गुंतलेले असून दुसऱ्या दोन बंधांनी H व OH अशा घटा पकडलेल्या असतात. या घटा विषम असल्यामुळे त्यांची संख्या एक असूनही स्थानभेदाने रचनाभेद होऊ शकतो. रचनाभेद हेच द्रव्यभेदाचे कारण असते. अंत्य दोन कार्बनाणू सुद्धा इतरांप्रमाणे H व OH यांशी बांधलेले असले तर त्यांचा एकेक पाश मोकळा राहील. तसे न होताही रचना संभवतात त्या दोन प्रकारे. एका प्रकारात एका अंत्य कार्बनाणूला दोन पाशानी ऊर्व जोडलेला असतो आणि दुसऱ्या प्रकारात एका उपान्त्य कार्बनाणूला दोन पाशांनी ऊर्व जोडलेला असतो. पहिल्या रचनेच्या द्रव्यांना **आह्ले**[3] आणि दुसऱ्या रचनेच्या द्रव्यांना **ह्लोन**[4] **द्रव्ये** म्हणतात. द्राक्षजा शर्करा आह्लरूप असेल किंवा ह्लोनरूप असेल. या रेणूतील H व OH यांच्या डाव्या उजव्या मांडणीमुळे पहिल्यात १६ आणि दुसऱ्यात ८ पर्याय संभवतात. एवढ्यानेही हे संभवपर्व संपत नाही. आणखीही पर्याय संभवतात ते असे :–

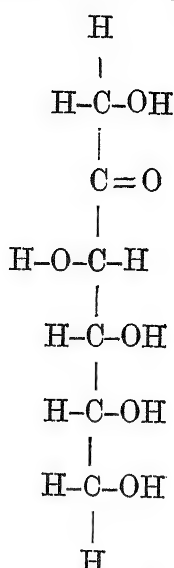
1 Bond. 2 Tetrahedron. 3 Aldehydes. 4 Ketones.



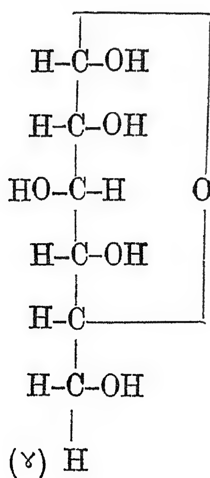
L Glucose
वा द्राक्षजा
(१)

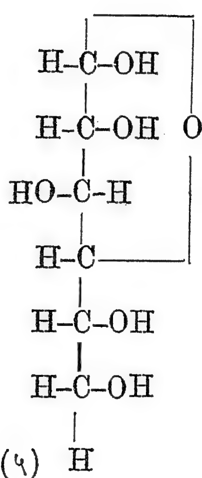


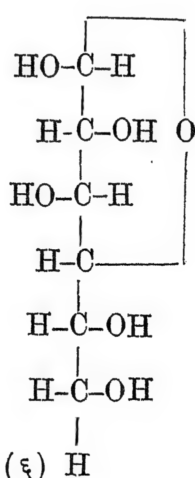
D Glucose
द द्राक्षजा
(२)



D Fructose
द फलजा
(३)







α D Glucopyranose α D Glucofuranose β D Glucofuranose.

अ द द्राक्षजा षट्कहार. अ द द्राक्षजा पंचकहार. ब द द्राक्षजा पंचकहार

द्राक्षजेला आह्लरूप संभवते आणि त्याचेही दोन प्रकार असू शकतात. एकात HC = O च्या शेजारी HOCH असेल किंवा HCOH असेल. एकंदर संयुगास या रचनेनुसार वाम या अर्थी वा आणि दक्षिण या अर्थी द असे विशेषण लावतात. फलजेला हलोन रूप संभवते त्याचे दोन वा आणि द प्रकार असू शकतात. या दोही रूपात C व O हे दुहेरी पाशाने बांधलेले असतात. परंतु ते एकेरी पाशानेही बांधले जाणे संभवते, हे शेजारच्या आकृतीतील दुसऱ्या तीहींच्या संचात दर्शविले आहे. येथे O चे पाश पुष्कळ लांबवलेले दिसत आहेत. परंतु ते तसेच आहेत असे मानण्याचे कारण नाही. C अणूंची माळका सरळ दाखविली आहे तशी ती वास्तविक नसते. **चारटोकी भरीव आकृती कल्पिली म्हणजे माळका सरळ होऊ शकत नाही, वाकतच जाते** असे दिसून येते. असे झाले असता **पहिला C सहाव्या C च्या जवळ सहजपणे येतो.** परंतु एका C ची जागा O ने घेतल्यामुळे पाचवा C हाच माळेतला सहावा मणी होतो. पाचव्याऐवजी चवथ्या C ची गट्टी (५) व (६) मध्ये दाखविली आहे. (४) त सहांचा हार आणि (५) व (६) त पाचांचा हार तयार होतो. पंचक-हारातही दोन प्रकार असतात ते अ आणि ब या अक्षरांनी दाखविले आहेत. (हारात एक मणी O असतो)

सामान्यतः प्रकाशतरंग असतात ते आपण जी प्रकाशाची दिशा म्हणून समजतो तिच्या काटकोनातील विविध पातळ्यातील कंप असतात. काही साधनांनी या तरंगांपैकी एकाच पातळीतील तरंग निवडून घेता येतात. अशा प्रकाशाला **दिशादिष्ट प्रकाश**[1] म्हणतात. यातील प्रकाशतरंग एकाच पातळीत असतात. असा प्रकाश इक्षुशर्करेच्या विरघळ्यातून जाऊ दिला असता त्या पातळीत बदल होतो. हा बदल विद्रवाची संहती आणि त्यातील प्रकाशमार्गाची लांबी या दोन गोष्टींवर अवलंबून असतो. हा बदल अमुक कोनातून फिरणे अशा मापाने मोजतात. साधनातील प्रकाशमार्ग १० cm. हा ठराविक असतो. इतक्या लांबीच्या एका नळीत विरघळा भरावयाचा असतो. एका टोका शेजारी प्रकाशपार्य फट ठेवलेली असून तिलाच टेकून दिशादेशक खडा बसविलेला असतो. आत सोडावयाचा प्रकाश बहुधा एकरंगी पिवळा घेतात. नळीतून प्रकाश बाहेर येण्याच्या वाटेत दुसरा तसलाच खडा बसवलेला असतो तो नेमका पहिल्याच्या काटकोनात दिशादेशन करणारा

असतो. मध्यंतरी विरघळा नसला म्हणजे पहिल्या खड्यातून येणारा प्रकाश दुसऱ्य
खड्याने संपूर्णपणे आडविला जातो. मध्यंतरी विरघळा भरून नळी बसविल्यानंत
मात्र त्यातून प्रकाश येताना दिसतो. हा दुसरा खडा नळीच्या काटकोनातील पातळी
एका विशिष्ट कोनातून फिरविल्याने मात्र पुन: पूर्ण प्रकाशबंदी होते. **ही प्रकाश
पातळी** इतक्या कोनातून **फिरविणे हा** मध्यंतरीच्या **विरघळ्याचा प्रभाव** असत
असे ठरते. 1 cc पाण्यात 1 gm. विरघळलेला असताना जो परिवर्तको
यईल त्यास त्या विद्रुताचा **परिवर्तप्रभाव**[2] समजतात. इक्षुजेचा असा प्रभाव + ६६.
असा सांगतात. + चिन्हाचा अर्थ असा की प्रकाशाची आयात पहाताना हा को
पाहणाऱ्याच्या उजव्या दिशेस वळलेला असतो. याला सव्य आणि याच्या विरुद्धा
अपसव्य असे म्हणावे.

1 Polarised light. 2 Specific rotation (optical).

इक्षुजा सव्य परिवर्तक आहे. फलजा अपसव्यपरिवर्तक असून द्राक्षजा सव
परिवर्तक आहे. पण फलजेचा प्रभाव द्राक्षजेहून अधिक असतो. इक्षुजाविद्रवा
अम्ल घालून ते तापविले असता इक्षुजेच्या एका रेणूगणिक फलजा आणि द्राक्षज
यांचा एकेक रेणू असे दोन रेणू तयार होतात. परिणामी मिश्रण अपसव्य १९.
असे होते. या मिश्रणास परिवर्तनशर्करा म्हणत असत. अ द द्राक्षजा या शर्करेच
परिवर्तप्रभाव + १११° असतो. तथापि तो ताजे विद्रव असतानाच केवळ तस
राहतो. काही तासांनी तो + ५२.५° पर्यंत येऊन तसाच पुढे टिकून राहतो. ब
द्राक्षजा घेतली तर तिच्या ताज्या विरघळ्याचा प्रभाव + १९° असतो पण
५२.५° पर्यन्त वाढत जाऊन मग स्थिरावतो. या गोष्टीची उपपत्ती अशी सांग
येते की, विद्रवात अ द द्राक्षजा आणि ब द द्राक्षजा यांचे **परस्परात आपोआ
रूपांतर** होते आणि परस्परांचे विशिष्ट गुणोत्तर साधल्यानंतर रूपांतर होण्या
थांबते. प्रथम कोणतीही शर्करा घेतली तरी विद्रवात विशिष्ट गुणोत्तराचे मिश्र
होऊन राहते. या क्रियेस **अन्योन्य-परिवर्तन**[1] म्हणतात.

1 Mutarotation.

अल्कमिश्रित ताम्रगंधिक-विद्रव निळे असते. त्यात द्राक्षजाविद्रव मिसळ
तापविले असता थोड्या वेळात ते हिरवे आणि मग तांबडे होऊन तांबड
ताम्र-ऊर्वद संयुगाचे रवे खाली बसतात. या विक्रियेला क्षपण म्हणता
कारण ताम्रगंधिकात ताम्रऊर्वद अंतर्भूत असते ते CuO असून नवीन तयार झाले
Cu_2O असते. द्राक्षजा, फलजा, आदुग्धजा, मन्नोजा, धान्यजा, दुग्धजा, या स
शर्करा क्षपणकारी आहेत. इक्षुजा क्षपणकारी नाही. ताम्रोर्वदाचे क्षपण हो

असताना स्वतः शर्करेचे ऊर्वण होते. CHO या घटेऐवजी COOH घटा येते. ही दुसरी घटा अम्लत्वकारक आहे. एका पक्षी क्षपण होत असताना दुसऱ्या पक्षी अनेक अम्ले उत्पन्न होत असतात.

शर्करांमधे OH घटा असतात. C ला लागलेली ही घटा अल्कत्वकारक असते. अम्लसमवेत अशा द्रव्यापासून त्या त्या जातीची लवणे तयार होतात. शरीरामधे **पस्फुरिकाम्लाशी** असा **शर्करासंयोग** झालेला आढळतो. आरंभाच्या दोन C शी असा संबंध जुळून द्राक्षजा द्वि-पस्फुरिक लवण तयार होते. सहा कार्बनाणूंची माळका असलेल्या शर्करा असतात तशा पाचांची माळका असणाऱ्याही शर्करा असतात. यांपैकी एका विशिष्ट शर्करेला **शर्करी**[1] असे नाव दिले आहे. प्राणिदेहामधे पेशिकाप्रकलात शर्करी पस्फुरिक समाविष्ट असते. पाच कार्बनाणूबरोबर पाचाऐवजी चारच ऊर्वाणू असलेली शर्करी देखील प्रकलद्रव्यांत असते. तिला हीनोर्व शर्करी[2] असे नाव दिले आहे. या शर्करांना अनुक्रमे री आणि ही असेही संबोधणे सोयीचे आहे, शर्करी द्राक्षजेप्रमाणेच क्षपणकारी आहे.

1. Ribose. $\underbrace{CHOH\cdot CH_2\cdot CHOH\cdot CH}_{O}.\ CH_2OH.$ शर्करी.

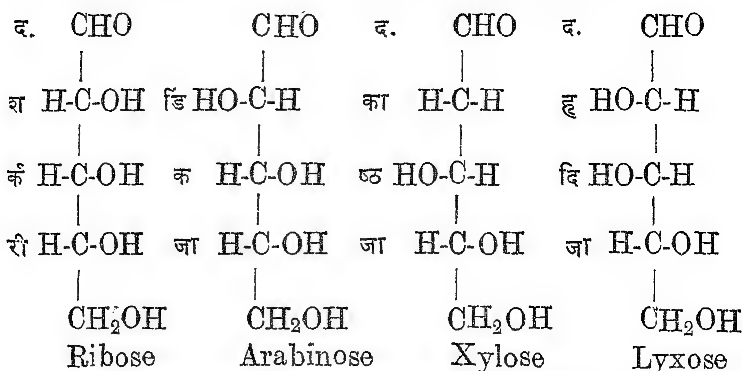
2. Deoxyribose. $C_5H_{10}O_4$.

बाभळीच्या डिंकातून उदकसंभेदाने एक शर्करा निघते तिचे नाव डिंकजा[1] आहे. इतर लाकडातूनही शर्करा मिळू शकते. तिला काष्ठजा[2] असे नाव आहे. या साखरांचा उपयोग जंतुविषयक परीक्षणात होतो. मानवी हृदयाच्या मांसातून एक विशिष्ट शर्करा मिळते तिला हृदिजा[3] असे नाव दिले आहे. या तीनही **शर्करा पंचकार्बनी** आहेत.

1 Arabinose. 2 Xylose. 3 Lyxose.

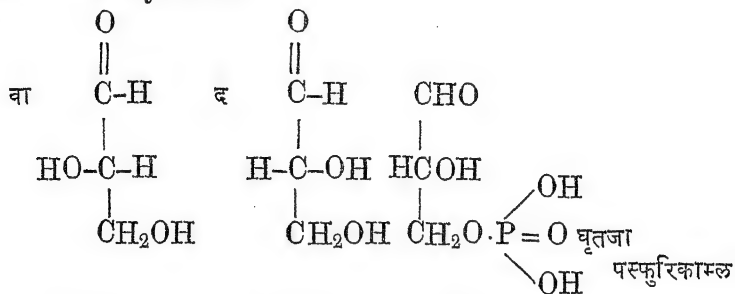
मांसज[1] असे एका द्रव्यास नाव दिले आहे. मांस यकृत मेंदू वृक्क यात ते आढळते. त्यास थोडीशी गोडी असते. म्हणून त्यास पूर्वी मांसशर्करा म्हणत असत. तथापि त्याच्या रेणूतील अणूंची रचना शर्करात असते तशी दिसत नाही. रेणुभारावरून ते $C_6H_{12}O_6$ असल्याचे समजते. त्याचा पस्फुरिक अम्लाशी संयोग होऊन बनणारे द्रव्य वानसात आढळते. त्यास वानसिकाम्ल[2] असे नाव दिले आहे. अन्नद्रव्यात ते असणे संभवते. शरीरपोषणास ते उपयोगी नसते, इतकेच नव्हे तर त्याने **खटलवणे अंगी लागण्यास व्यत्यय यतो.**

1 Inositol. 2 Phytic acid.



शरीरात द्राक्षजाशर्करेची मांसात घडामोड होत असताना तीन C ची साखळी असलेली द्रव्ये बनतात. यांनाही शर्कराच म्हणतात. वाम घृतजा[1] आणि दक्षिणघृतजा अशा या दोन असतात. यांचा संयोग पस्फुरिकाम्लाशी झालेला असतो.

[1] Glycerose.



L Glycerose (L Glyceraldehyde) D Glycerose (D Glycereldehyde) Triose phosphoric acid

इक्षुजा, धान्यजा, दुग्धजा, यांच्यापासून उदकसंभेदाने द्राक्षजा, फलजा, आदुग्धजा या सहा-कार्बनी माळका असलेल्या शर्करा निघतात म्हणून पहिल्या तिहींस दुहेरी शर्करा आणि दुसऱ्या तिहींना एकेरी शर्करा म्हणतात. एकेरी शर्करांच्या माळकारूपामधे अंती CHO ही घटा किंवा उपांती CO ही घटा असते. दुहेरी शर्करेत दोन एकेरी शर्करा एकामेकीशी कशा संबद्ध असतात याविषयी तर्क असा की एकीतला एक OH आणि दुसरीतला एक OH यांची गट्टी जमून एकच O दोन C ना जोडतो आणि HOH पाणी होऊन वेगळे पडते. क्षपणकारक

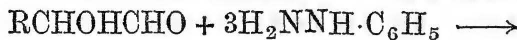
धर्माविषयी विचार असा की, क्षपण करण्याचा धर्म HCO या घटेत असतो, या घटेत C व O हे दोन पाशांनी बांधलेले असतात, धान्यजा आणि दुग्धजा यात अशा घटा असतात, इक्षुजेत नसतात. षट्कहार किंवा पंचकहार असलेली रूपे द्राक्षजेस असलेली वर दाखविली आहेत तशीच फलजेसही संभवतात. अशा रूपांच्या दोन रेणूंची गुंफण इक्षुजेत असते. दुसऱ्या दोन दुहेरी शर्करात हारहीन रूपांची गुंफण असते. माला = सर = Chain. हार = Ring (वलय) Carbonyl = Aldehyde or Ketone group.

आहल वा हलोन वा = आहलोन.

धूपनोमोदीन[1] म्हणून एक रवाळ द्रव्य आहे. त्याचा विलयबिंदू २३°C आहे. शर्कराविद्रव घेऊन त्यात अशीतिक[2] अम्ल सामुद्राशीतिक[3] आणि धूपनोमोदीन घालून विरघळू द्यावे. मग उकळत्या पाण्यात ठेवून विरघळा तापवावा. घटकाभराने विक्रिया झालेली आढळून येते. द्राक्षजेपासून हिरवस पिवळे रवे मिळतात ते उकळते-पणीच दिसू लागतात. असेच रवे फलजेपासून मिळतात. त्यात दुग्धजा व धान्यजा यांच्यापासून द्रव निवाल्यानंतर तयार होणारे रवे दिसू शकतात. इक्षुजेशी विक्रिया घडत नाही. विक्रियेने बनणाऱ्या द्रव्यांना **धूपनोमोदिक[4] शर्करा** म्हणतात. धूप० दुग्धजेचे रवे जमताना गोंडयासारखे जमतात. धूप० द्राक्षजेचे रवे तसे जमत नाहीत, निराळ्या प्रकारचे जुडगे जमतात. धूप० धान्यजेचे रवे अर्धवट गोंडे किंवा पिसकारलेल्या पट्ट्यासारखेही असतात. धूप० दुग्धजेपेक्षा ते बरेच जाडीही असतात.

1 Phenylhydrazine. 2 Acetic acid.

3 Sodium acetate. 4 Osazone.



$RCHOHCHO + 3H_2NNH \cdot C_6H_5 \longrightarrow$

शर्करा धूपनोमोदीन



$C = N\text{–}NH \cdot C_6H_5 + NH_3$ अमोद



$RC = N \cdot NH \cdot C_6H_5 + C_6H_5NH_2$

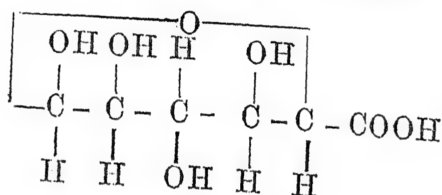
धूपनोमोदिक शर्करा धूपामोदीन

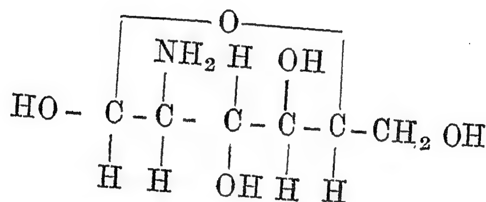
$R = C$ ची मालिका असलेली घटा किंवा CH_3.

कास्थिगात्राच्या पेशिकाबाह्य भागात प्रोतीन असते. त्याशी दोन प्रमुख अप्रोतीन द्रव्ये संयुक्त असतात. एकाचे नाव **वारिणाम्ल**[1] आणि दुसऱ्याचे **अमोदीन शर्करा**[2]. सहा C अणूंची माळका ज्यांच्या रेणूत असते त्या शर्करा षट्जा होत. त्यांच्यात NH_2 घटेची गुंतवणूक झाली म्हणजे अमोदीन शर्करा तयार होते. षट्जेमधील अंत्य CH_2 OH च्या ऐवजी COOH घटा आली म्हणजे वारि-

णाम्ल तयार होते. द्राक्षजेपासून तयार होते ते द्राक्षजावारिणाम्ल[3] होय. कास्थि-तल्पात हे अम्ल असून शिवाय द्राक्षजा व आदुग्धजा यांची अमोदीन संयुगे[4] असतात. कफप्रोतीनामध्ये मन्नोजामोदीन असते. अशीतिलयुक्त[5] द्राक्षजामोदीन आणि द्राक्षजावारिणाम्ल अशा घटा शेकडो वेळा ज्याच्या रेणूत आहेत असे एक अम्ल आहे. ते चिकट असते. त्यानेच पेशिका एकमेकीला चिकटून राहतात. त्याचे नांव **संवारिणाम्ल**[6]. डोळयातील वारुण, सांध्यातील सरिल द्रव्य आणि नाळेतील जेली यात याचा भरणा असतो.

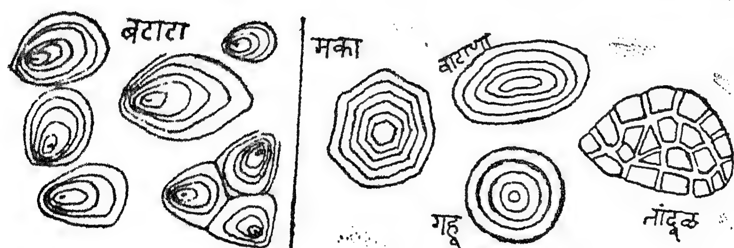
1 Uronic acid. 2 Amins–sugar.





3 Glucuronic acid द्राक्षजावारिणाम्ल. 4 Glucosamine द्राक्षजामोदीन. (प्रोतीन, अमोदीन इ. करता प्र. ४१ पहा)
5 CH_3CO– 6 Hyaluronic acid.

तौकीर[1] म्हणून एक खाद्य बटाटे किंवा रताळी यांच्या पिठातून घरगुती रीतीने काढतात. तथापि कोणत्याही धान्याच्या पिठातून तौकीर काढता येते.



आ० ४२.१ तौकीराचे दाणे

सूक्ष्मदर्शक भिंगाने त्याचे बारीक दाणे दिसून येतात. ज्या वानसात ते उत्पन्न होते त्याच्या जातीनुसार दाण्याची आकृती वेगवेगळी असते. वस्तुत: प्रत्येक दाण्याला अगदी पातळसे एक वेष्टण असते ते आतील कणाहून भिन्न द्रव्याचे केलेले असते. आवरणी द्रव्य **तूलीर**[2] असते. तूल म्हणजे कापूस कापसातील द्रव्य ते तूलीर. तूलीर पाण्यात विरघळत नाही, तौकीर पाण्यात विरघळते. कच्चे तौकीर गार पाण्यात विरघळत नाही. तापवल्यानंतर विरघळते, कारण तापविल्याने तौकीरा-भोवतीची तूलीर–आवरणे फुटून जाऊन तवकीर मोकळे होते. रसायनदृष्टीने तौकीरात दोन द्रव्ये मिश्र असतात, एक तवकीर[3] आणि दुसरे तवक्षीर.[4] ९८ टक्के तवकीर आणि २ टक्के तवक्षीर असते. तौकीरापासून अम्लनिदेशनाने केवळ द्राक्षजा उत्पन्न होते. त्यावरून दोनही द्रव्ये द्राक्षजारेणूंच्या गुंफणीनेच झालेली असतात, असे समजते. तवकीरात द्राक्षजेच्या साध्या माळका असतात. एका रेणूत द्राक्षजेचे सुमारे ३०० रेणू गुंफलेले असतात. तवक्षीराच्या एका रेणूत याच्या आठपट द्राक्षजा रेणू असून त्यांच्या माळकांना पुष्कळ शाखा असतात. एकेका शाखेत द्राक्षजेचे २५, ३० रेणू असतात. तौकीराचा दाट विरघळा केला असता तो शेवाळवजा चिकट होतो. त्याचा उपयोग गोंद म्हणून होऊ शकतो. विरळ विरघळा केला तर तो अमळ गढूळ असतो. स्वच्छ विरघळा करतात त्यात अर्ध-वट उदकसंभेद होऊन शर्करा निर्माण झालेली असते. तौकीरावर आयोड-विद्रवाचे थेंब टाकले तर त्याला निळा रंग येतो. असा रंग शर्करांना येत नाही. तौकीर ओळखण्याची ही स्पष्ट खूण आहे.

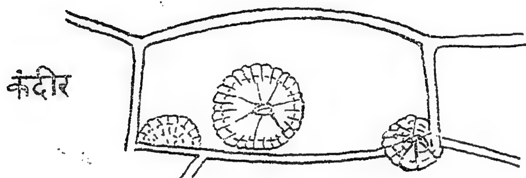
1 Starch. 2 Cellulose. 3 Amylose. 4 Amylopectin.

तौकीराच्या विरघळ्यात हराम्ल मिसळून तापत ठेवले असता सुमारे पाच मिनिटात त्यास आयोडाने रंग येईनासे होते. एक, दोन, तीन, चार, मिनिटांनी तपास करीत राहता प्रथमतः चांगला निळा रंग येतो. पुढे पुढे तो जांभळा, तांबडा पिंगा असा येता येता नाहीसा होतो, असे दिसून येते. यावरून त्यातले तौकीर नाहीसे झाले असल्याचे कळून येते. दहा पंधरा मिनिटे जाऊ दिल्यावर तौकीराच्या जागी द्राक्षजा आली असल्याचे कळून येते. मध्यंतरी निरनिराळी द्रव्ये उत्पन्न होत असतात हे उघड आहे. त्या सर्वांपासून शेवटी द्राक्षजा उत्पन्न होते आणि सर्वांचे रेणू क्रमशः लहान लहान होत जातात. यावरून ते क्रमश: लहान लहान द्राक्षजारेणूंचे संग्रह असतात असे समजते. या सर्वांनाच **उपतौकीर**[1] म्हणतात. त्यात तीन प्रती असतात. पहिली प्रत अनुतौकीर[2] दुसरी उपातौकीर[3] आणि तिसरी आतौकीर.[4] आतौकीरास आयोडाने रंग येत नाही, उपातौकीरास तांबडा

किंवा पिंगा रंग येतो, उपातौकीरास जांभळा रंग येतो. तौकीर किंवा उपतौकीर यांना स्वतःस रंग नसतो. त्यांचे रवेही पडत नाहीत. ही द्रव्ये पाण्यात विरघळतात. हा विरघळा दक्षिणपरिवर्ती असतो.

1 Dextrin. 2 Amylodextrin. 3 Erythrodextrin. 4 Achroodextrin.

डालिया नामक फुलझाडाच्या कंदात आणि इतरही काही फुलझाडांच्या कंदात एक द्रव्य आढळते ते पाण्यात विरघळते पण कोहोलात विरघळत नाही. कंदाचे तुकडे कोहोलात काही तास बुडवून ठेवल्यावर भिंगांनी पाहिले असता या द्रव्याचे रवे पेशिकातटांना धरून राहिलेले दिसून येतात. आयोडाने यास रंग येत



आ० ४२.२ कंदीराचे खडे

नाही. याला **कंदीर**[1] असे नाव दिले आहे. उदकसंभेदाने यापासून फलजा उत्पन्न होते. म्हणून याच्या रेणूत फलजारेणू संयुक्त असतात असे अनुमान निघते. वृक्कांची तपासणी करण्याकरता या द्रव्याचा उपयोग करतात (उत्सर्ग प्रकरण पहा).

1 Inulin.

तूलीर द्रव्याचा वर उल्लेख केला आहे. तूल म्हणजे कापूस या शब्दापासून हा नवा शब्द बनविला आहे. तूलीर पाण्यात विरघळत नाही हे उघडच आहे. वानसांच्या पेशिकांची तटबंदी याच द्रव्याची असते. प्रयोग–शाळेत गाळणीकागद म्हणून वापरतात तो याच द्रव्याचा केलेला असतो. दीर्घकाळपर्यन्त अम्लसंपर्काने तूलीराचा उदकसंभेद होऊन षट्जा उत्पन्न होतात. म्हणून हे द्रव्य अनेक षट्जा[1] गुंफून बनलेले असते असे म्हणता येते. शाकाहारी अन्नात याचा बराच भरणा असतो. मानवी प्राशनीत याचे पचन होत नाही. पशूंच्या कोठ्यात मात्र वानु-जंतूंच्या निदेशनाने तूलीराचे अंशतः पचन होते. मनुष्यास ते अन्न म्हणून उपयोगी पडले नाही तरी **मलसारक** म्हणून उपयोगी पडते. तूलीर वायुरूप होऊ शकत नाही किंवा विरघळतही नाही. म्हणून त्याचा रेणवभार ठरवता येत नाही.

तो पुष्कळ मोठा असला पाहिजे असा तर्क करणे प्राप्त आहे. आयोडविद्रव आणि ५०% गंधिकाम्ल यांच्या योगाने तूलीरास निळा किंवा जांभळा रंग येतो.

1 Hexoses.

पेरू, पपई, अंजीर, इत्यादी फळांची जेली करतात. ती नेहमीच चांगली होते असे नाही. जेली बनण्याचा गुण ज्या द्रव्याचा असतो त्याला **पंक्तीन**[1] असे म्हणतात. हे द्रव्य फळांच्या मऊ भागाच्या पेशिकांच्या तटबंदीत तूलीरावर लिपलेले असते. कोठे कोठे ते तूलीराच्या दोन थरामधे साठवलेलेही असते. ६५ टक्के साखरेचा विरघळा आणि माफक अम्ल असले म्हणजे पंक्तीनाच्या योगाने **जेली** बनते. जेली हुकमी करता यावी याकरता काही फळांच्या लगद्यातून पंक्तीन वेगळे काढून कोरडे करून ठेवतात. कवठातून ते बरेच निघते. धान्यातून काढलेले तौकीर बाजारात मिळते तसे स्वच्छ केलेले पंक्तीन सुद्धा बाजारात मिळते. त्याच्या प्रतीचा अंक सांगण्याची पद्धत आहे. १०० प्रतीचे पंक्तीन म्हटले म्हणजे ते १०० पट साखरेची जेली करू शकते असे समजावे. नारिंगातून ५२० प्रतीचे पंक्तीन निघू शकते. पंक्तीन पाण्यात विरघळत नाही, त्याचे कण पाण्याच्या रेणूपासून अलग राहतात. तथापि ते तौकीराच्या दाण्यापेक्षा लहान असतात. त्यामुळे ते पाण्यात चांगले लोंबकळत राहू शकतात. ते लवकर खाली बसत नाहीत. असे लोंबते कण ज्याच्यात असतात **त्याला कलिलद्रव**[2] म्हणतात. उदकसंभेदाने पंक्तीनापासून, काही अंशी आदुग्ध शर्करा आणि काही अंशी त्याच शर्करेचे वारिणाम्ल, अशी द्रव्ये निघतात. नारिंगात ३० टक्के आणि गाजरात ७ टक्के पंक्तीन असते.

1 Pectin. 2 Colloid.

डिंक हे एक असे द्रव्य आहे की त्याच्या उदकसंभेदाने शर्करा उत्पन्न होतात. पण आतापर्यंत सांगितलेल्या द्रव्यांपेक्षा यात निराळेपणा असा आहे की डिंकापासून काही अंशी षड्जा मिळतात पण बहुतांशी पंचजा– शर्करा[1]च मिळतात. डिंक पाण्यात विरघळून चिकट द्रव तयार होते त्याचा उपयोग गोंद म्हणून करतात. पुष्कळ डिंकात थोडे पाणी घातले म्हणजे खरे म्हटले तर ते पाणी डिंकात विरघळते आणि गोंद तयार होतो. डिंक फुगून आपल्या रेणूत पाण्याचे रेणू सामावून घेतो. धावडा डिंक आणि बाभळीचा डिंक असे दोन डिंक विशेष उपयोगी आहेत. बाभळीच्या डिंकापेक्षा धावडाचा डिंक दुप्पट विष्यंदी असतो. विष्यंदी म्हणजे धीरे धीरे पसरणारा. डिंकात अल्पांशाने काही कार्बनी अम्ले Ca, Mg, K यांशी संयुक्त असतात. धावडाच्या डिंकात अशा संयुगांचे प्रमाण बाभळीच्या डिंकातल्यापेक्षा पुष्कळ कमी असते.

1 Pentose sugars.

अगरागर[1] या नावाचे एक द्रव्य समुद्रतणापासून काढतात. त्याच्या उदक संभेदाने आदुग्धजा शर्करा मिळते ती मूलतः गंधिकाम्लाशी संयुक्त असते. त्यात दक्षिण व वाम दोनही रूपांच्या शर्करा असतात. वामापेक्षा दक्षिणा नऊ पट असतात. पाण्याने आगरागराच्याही वड्या किंवा जेली होऊ शकते. त्यांचा उपयोग जंतू वाढवण्याकरता खाद्य द्रव्य म्हणून प्रयोगशाळेत करीत असतात. मानवांकरता खाद्य म्हणूनही त्याचा उपयोग होतो.

1 Agaragar. China-grass.

वानसात तौकीर हे जसे साठवणीचे द्रव्य असते तसे प्राणिशरीरातही एक साठवणीचे द्रव्य असते. त्याला मांसीर[1] असे नाव दिले आहे. ते मांसांत असते. त्याला काही दिवसांपूर्वी प्राणितौकीर[2] असेही म्हणत असत. त्याचा संग्रह मांसा-खेरीज यकृतपिंडात असतो. तौकीराप्रमाणे मांसीर द्राक्षजेपासून तयार होते आणि पुनः विनियोगाकरता द्राक्षजेतच रूपांतर पावते. ते पाण्यात विरघळते. विरघळा अर्धपार्य असतो. आयोडाने त्यास तांबडा रंग येतो. मांसीराच्या रेणूत पुष्कळसे द्राक्षजारेणू गुंफलेले असून त्याच्या साखळ्या किंवा माळा असतात. त्यांना बहुत शाखाही असतात. एकेका शाखेत १५ ते २० द्राक्षजा रेणू गुंफलेले असतात.

1 Glycogen. 2 Animal starch.

आतापर्यंत पुष्कळ शर्करा सांगितल्या आहेत. त्यांपैकी ज्यांच्या रेणूत सहा किंवा त्याहून कमी C अणू असतात त्यांना **एकेरी शर्करा** म्हणतात. ज्यांच्यात बारा C असतात त्यांना **दुहेरी शर्करा** म्हणतात. ज्यात याच्या पुष्कळ पट C असतात त्यांना **बहुवार-शर्करा** म्हणतात. सामान्यतः अशा द्रव्यांना **शार्करद्रव्ये** म्हणतात, आणि संक्षेपतः एक- शर्कर[1], द्विशर्कर[2] व बहुशर्कर[3] म्हणतात. शार्कर द्रव्ये[4] समासावरून पाहता कार्बन व उदक यांची संयुगे दिसतात म्हणून त्यांना कर्बोदक[4] असेही म्हणतात. तथापि असा शब्द अतिव्याप्त होतो. अशीतिकाम्ल शर्करा नाही तरी त्याचे घटक कार्बन व उदक असे आहेत. उलटपक्षी ऊनोर्व-शर्करीत उज्जाच्या मानाने उदकातल्यापेक्षा ऊर्व कमी असतो. शर्करेत एक CO किंवा CHO अशी घटा असून इतर HCOH अशा घटा एका रेणूत असतात.

1 Monosaccharide. 2 Disaccharide. 3 Polysaccharide. 4 Carbohydrates.

प्रकरण ४३

हालाहल आणि जीवनसत्त्वे

सर्व विषात जे भयंकर विष ते हालाहल होय. हालाहल हे विषाचे नाव आहे पण हाला हे मद्याचे नाव आहे. हलधर बलराम हा हालाप्रिय होता. कोहल हा एक मद्यप्रकार म्हणून आयुर्वेदसंहितेत सांगितला आहे. इंग्रजीत मद्यास अल्कोहोल म्हणतात. अल हे अरबी दर्शक उपपद आहे. येथे **कोहोल** असा शब्द अल्कोहोल या अर्थी घेतला आहे. कोहोल हे विष आहे तथापि ते तात्काळ घातक नाही. ते फार झणझणीत असते. ते थोडेबहुत पाण्याने विरळ करूनच पिणारे पितात. युरोपात बीर पितात तिच्यात सात टक्कयाहून अधिक कोहोल नसते. ब्रँडी मध्ये ४० टक्के कोहोल असते. कोहोल पृथक करून मोजण्याची चाल पूर्वी नव्हती. हाला, मदिरा, मैरेय, सुरा, आसव इत्यादिकात ते किती असे ते सांगितलेले नाही. ते सात टक्क्याच्यावर नसावे असे वाटते.

कोहोल हे अन्न नव्हे तरी अन्नासंबंधी जीवशास्त्रीय विवेचन करताना त्याचा विचार केल्यावाचून गत्यंतर नाही. जीवरसायनाचे प्रयोग करणाराला कोहोलाचा उपयोग पदोपदी करावा लागतो. पाण्याच्या खालोखाल **विद्रावक द्रव्य** म्हणून त्याचा उपयोग होतो. द्राक्षजासाखर कोहोलात विरघळते. धान्यजा दुग्धजा साखरा त्यात विरघळत नाहीत पण इक्षुजासाखर त्यात किंचित विरघळते. म्हणून धान्यजा आणि दुग्धजा साखरापासून इक्षुजा वेगळी करण्याकरता कोहोलाचा उपयोग होतो. मद्यांना जो रंग दिसतो तो कोहोलाचा नसतो. कोहोल पाण्याप्रमाणे बिनरंगी असते. ते पाण्यापेक्षा अधिक तरल[1] असते. पाणी १००° स उकळते तर कोहोल ७८° स उकळते. कोहोल आणि पाणी सर्व प्रमाणात एकमेकात विरघळतात. कोहोलाला वास असतो तो सुवास नसतो. पुष्कळ सुवासिक व रंगीत द्रव्ये कोहोलात विरघळतात. म्हणून अशा द्रव्यांचा विरघळा करून मद्य मोहक करतात. दहा टक्क्यापेक्षा अधिक कोहोल ज्या मद्यात असते त्यापासून पचनेंद्रियांना निश्चित अपाय होतो. मद्य वरचेवर घेण्याने मुख्य अपाय मेंदूला होतो. चटक लागते हा मद्यपानाचा मोठा दुष्परिणाम आहे.

1 Volatile.

द्राक्षासव हे सौम्य मद्यच असते. त्यामध्ये कोहोल अगदी थोडे असते. धान्याचे पीठ, गूळ, इत्यादिकापासून कोहोल तयार होते. दुधाचे दही करण्याकरता जसे विरजण लावतात तसे धान्यादिकांपासून मद्य तयार करण्याकरता एक **विरजण** लावतात त्याला **यीस्ट** म्हणतात. त्यासच **किण्व** असे जुने नाव आहे. किण्वामध्ये बारीक जीव असतात साखरपाण्यात ते वाढतात. या जीवांचे सबंध शरीर म्हणजे एकच पेशिका असते. तिच्यातून दुसरी उत्पन्न होऊन तिजपासून तुटून जाते. हीच तिची संतती होय. साखर हे तिचे अन्न होय. कोरडे किण्व खूप दाबल्याने त्यातून एक पिवळस द्रव द्रव्य निघते ते कोहोल उत्पन्न करणारे विरजण[1] होय. या विरजणाच्या योगाने साखरेपासून कोहोल व कौद्व उत्पन्न होतात.



$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_6O + 2CO_2$$

1 Ferment. Enzyme. वितंचक.

तौकीर आणि ऊससाखर किंवा धान्यसाखर यापासून प्रथम द्राक्षजा उत्पन्न होऊन मग तिजपासून कोहोल उत्पन्न होते. कोहोल उत्पन्न होत असताना कौद्ववायूही उत्पन्न होतो. त्यामुळे एकंदर द्रव फसफसताना आढळते. म्हणून या विक्रियेस **वातांचन**[1] असे नाव दिले आहे. विरजणाचे जे द्रव्य ते **वितंचक** आणि विरजणाची क्रिया ते वितंचन[2] होय. ताक हा मराठी शब्द तक्र या संस्कृत शब्दापासून झाला असून तंच् हा त्या शब्दातील धातू आहे. आतंच् म्हणजे आखडणे. दुधातील एक द्रव्य आक्रसून ताक बनते. विरजण्याचा हा एक विशेष परिणाम आहे. तो दुधाच्या बाबतीत घडून येतो. दुधावर साय धरणे हे आतंचन[3] (आळणे) आहे. साखरेचे आतंचन होत नाही, पण वितंचन आणि वातांचन होते.

1 Fermentation with gas formation. 2 Fermentation. 3 Agglutination.

दुधाला ताकाचे विरजण लावले तर आंबट दही बनते. तसे विरजण लावले नाही तर एखादे वेळी आंबट दही बनते पण बहुधा कडू दही बनते. हवेमध्ये विविध वानुजंतू[1] असतात. ते दुधात पडून विविध विक्रिया घडतात. नेमके विरजण मिळावे म्हणून आपण ताकाचे विरजण लावतो. प्रत्येक विक्रियेचे वितंचक निराळेच असते. तौकीरापासून साखर करणारे एक वितंचक असते ते साखरेपासून कोहोल करणाऱ्या वितंचकाहून निराळे असते. धान्याला मोड येत असताना तें उत्पन्न होते. धान्यापासून कोहोल मिळवण्याकरता धान्य प्रथम भिजत घालून त्याला मोड येऊ देतात. मग ते भाजतात. नंतर पुनः ते भिजवून किण्वाचे विरजण लावतात.

म्हणून सरते शेवटी कोहोल उत्पन्न होते. मोडाच्या धान्यातील ज्या वितंचकाने तौकीराची साखर बनते त्याला डायास्टेस म्हणतात. त्याला आपण **धान्यतंच** म्हणू.

1 Bacteria.

मेथिलेटेड स्पिरिट म्हणून जे द्रव मिळते ते मद्य व लाकडाची उधस[1] यांचे मिश्रण असते. त्यात कोहोल C_2H_6O हे तर असतेच पण दुसरे एक कोहोल असते त्याचा समास CH_4O असा आहे. कोहोल हा शब्द आता वर्गवाचक झाला आहे. $C_nH_{2n+1}OH$ हा त्याचा वर्गवाचक समास आहे. n हा एक पूर्णांक आहे. या वर्गातले पहिले पाच पदस्थ[2] असे :-

एकोल	एकिल	कोहोल, समास	CH_3OH	उकळ बिंदु ६६°	methyl alcohol.
द्विकोल.	द्विकिल	,, ,,	C_2H_5OH	,, ७८°	Ethyl alcohol.
त्रिकोल.	त्रिकिल	,, ,,	C_3H_7OH	,, ९७°	Propyl alcohol.
चतुष्कोल.	चतुष्किल	,, ,,	C_4H_9OH	,, १०७°	Butyl alcohol.
पंचकोल.	पंचकिल	,, ,,	$C_5H_{11}OH$	,, १३२°	Amyl alcohol.

नुसता कोहोल शब्द वापरला असता द्विकोलच समजतात. ऊर्वोज्ज, संक्षेपतः ऊज OH ही कोहोलातील सामान्य घटा आहे. एकिल द्विकिल त्रिकिल इत्यादि कार्वनोज्ज घटांना सामान्यतः हलकिल किंवा कार्बिल घटा म्हणावे. पंचकोलास Pentanol असे इंग्रजी नाव असून $C_6H_{13}OH$ यास Hexanol इत्यादी नावे आहेत. 1 Woodspirit. 2 Members.

सांप्रत दिव्यात जाळण्याकरता म्हणून जे खनिज तेल वापरतात ते अनेक कार्वनी संयुगांचे मिश्रण असते. या संयुगात C व H हे दोनच घटक असतात. प्रत्येकाच्या रेणूत जितके C अणू असतात त्याच्या दुपटीहून दोन अधिक H अणू असतात. खनिज तेलाच्या प्रस्तुत भागात C_9H_{20} पासून $C_{17}H_{36}$ पर्यंत आठ संयुगे असतात. त्यांना त्यांच्या घटनेवरून **कर्बोज्जदे**[1] म्हणतात. त्यांचे उकळबिंदू १५०° ते ३००° असतात. ते घटनाक्रमानेच वाढत जातात. घनतेसंबंधीही तेच. ती पाण्याहून कमी असून उत्तरोत्तर वाढती असते. रासायनिक धर्मासंबंधीही तेच. यांची विक्रिया-प्रवृत्ती अगदी थोडी असते, म्हणून त्यास परितृप्त[2] म्हणतात. गंधिकाम्ल, हराम्ल, नत्रिकाम्ल यांशीसुद्धा त्यांची काही विक्रिया होत नाही. त्याचप्रमाणे अल्कांशीही विक्रिया होत नाही. CH_4 पासून C_4H_{10} हे वायू असतात. या संयुगांची नावे एकेन द्विकेन त्रिकेन इ. आहेत. C_5H_{12} चा उकळबिंदु ३६° आहे. $C_{16}H_{34}$ चा उकळबिंदु २७५° असून वितळबिंदु १८°

आहे. थंडीच्या दिवसात ते गोठते. १७ केनाचा वितळबिंदु २२° आणि २६ केनाचा ५८° आहे. या हलकेन द्रव्यांपैकी पहिले CH_4 एकेन याचा हरवायूंशी संपर्क घडला असता HCl आणि CH_3 Cl असे दोन वायू उत्पन्न होतात. पहिला पाण्यात विरघळतो, दुसरा विरघळत नाही. याच रीतीने C_2 H_6 पासून C_2H_5Cl तयार होतो. याचा संपर्क NaOH शी घडला असता C_2H_5OH व NaCl ही द्रव्ये तयार होतात. त्यापैकी पहिले द्विकिल कोहोल आहे.

1 Hydrocarbons. 2 Paraffin.

फॉर्मालिन असे कीटकनाशक प्रसिद्ध आहे. एक अतिशय झोंबरा वायू पाण्यात विरघळून ते बनलेले असते. या वायुद्रव्याचे नाव उज्जाहल[1] असे केले आहे. त्यात एक कार्बन C आणि एक ऊर्व O दुहेरी पाशांनी जुळलेले असून C च्या बाकीच्या दोन पाशांनी दोन H जुळलेले असतात. HCHO असा त्याचा समास मांडतात. मागे **आहल** द्रव्ये म्हणून सांगितली त्यातील आद्य द्रव्य हे आहे. –CHO ही त्यातील लक्षणघटा आहे. CH_3, C_2 H_5 इ० घटांशी जुळून इतर आहले झालेली असतात. द्विकाहल, त्रिकाहल, इ० नावे त्यास दिली आहेत. अशीतोन हेही एक प्रसिद्ध द्रवरसायन आहे. त्याला रंग नसतो पण सुवास असतो. ते ५५° स उकळते आणि जळते देखील. विद्रावक म्हणून त्याचा उपयोग होतो. त्यात दुग्धजा शर्करा विरघळते. त्याचा अवयवदर्शक समास $CH_3.CO.CH_3$ असा आहे. त्यात C आणि O दुहेरी पाशांनी जुळलेले असतात.–CO – ही त्याची लक्षण-घटा असून तिच्या दोन्ही अंगास हलकिल (कार्बिल) घटा[2] असतात. अशा द्रव्यास **हलोन** द्रव्ये म्हणतात. **कोहोलामधील H उणा करून आहल व हलोन द्रव्ये झालेली असतात**. ज्याच्या मधल्या C ला OH घटा लागलेली आहे अशा त्रिकोलापासून ऊर्वणाने हलोन उत्पन्न होते. 2 H आणि O मिळून पाणी बनते. अल्कयुक्त ताम्रगंधिक विद्रवातून ऊर्व घेऊन आहल ताम्रोर्वदाचे क्षपण करते. **काही शर्करात आहलांश असल्यामुळेच त्या क्षपणकारी होतात.**

1 Formaldehyde. 2 Alkyl.

$CH_3 \cdot CHOH.CH_3 \longrightarrow CH_3 \cdot C:O \cdot CH_3$ अशीतोन = द्व-एकिल हलोन. द्वैकिल हलोन.

एकाद्या आहलाने जेव्हा अल्कयुक्त ताम्रगंधिकाचे क्षपण होते तेव्हा आहलाच्या CHO मधे O मिळून COOH घटा तयार होते. ही घटा असलेले द्रव्य **अम्ल** असते. एकाहलापासून एकेनाम्ल[1] आणि द्विकाहलापासून द्विकेनाम्ल[2] तयार होते. ही दोनही अम्ले द्रवे असून पहिल्याचा उकळबिंदू १०१° आणि दुसऱ्याचा

:° असतो. दुसरे पहिल्यापेक्षा कमी घनतेचेही असते. त्रिकेनाम्ल १४१° स ऽते ते द्विकेनाम्लापेक्षाही हलके असते. चतुष्केनाम्ल १६२° स उकळते आणि ापेक्षा हलके असते. पहिली तीन पाण्याहून जड असतात. एकेनाम्ल आणि नाम्ल नाकास आणि जिभेलाही झोंबतात. त्यांची चव घेणे असेल तर ती ात विरवून मग घ्यावी. **शिरका**[3] म्हणून एक द्रव लोणच्याकरता किंवा ऱ्यात मुरवण्याकरता वापरतात. ते द्विकेनाम्लाचे विद्रव असते. एका वितंच- ा योगाने द्विकोलापासून ते तयार करतात. कोहोल आणि द्विकेनाम्ल एकत्र त्यात थोडे गंधिक अम्ल टाकले असता किंचित् शेकल्याने मधुर वास येतो. ास **द्विकिलहलिक** या द्रव्याचा असतो. कोहोल व अम्ल यातून पाणी बाजूला ा शेषभाग एकत्र गुंफल्याने हे हलिक-द्रव्य[4] बनलेले असते. गंधिकाम्ल जसेच्या राहिलेले असते. प्रस्तुत द्रवात NaOH विद्रव मिळवून तापविले असता संभेदनाने सामुद्रद्विकेन हलिक हे लवण व द्विकोल ही द्रव्ये उत्पन्न होतात.



$$C_2H_5OH + CH_3COOH \longrightarrow CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

कोहोल द्विकेनाम्ल द्विकिल द्विकेन हलिक



$$H_3COOC_2H_5 + NaOH \longrightarrow C_2H_5OH + CH_3COONa$$

सामुद्रोजद सामुद्र द्विकेन हलिक

हे सामुद्रलवण अल्काम्ल-विक्रियेनेही होऊ शकते.

Formic acid. 2 Acetic acid. 3 Vinegar. 4 Ester.

मांसगात्रात **द्राक्षजेपासून दोन त्रिकार्बनी शर्करा** निष्पन्न होतात. (१) घृतजा. उल्लेख मागील प्रकरणात केला आहे. (पृ० १९४) (२) एकिलद्व-ऊजद्व -[1] $CH_2OHCOCH_2OH$. शर्करांपासून मांसात अनेक अम्ले उत्पन्न ा. त्यांपैकी एकाच्या रेणूत सहा कार्बनाणू असतात तर बाकीच्यात तीन ात. ती अम्ले अशी :– द्विकेनाम्ल. त्रिकेनाम्ल[2] CH_3CH_2COOH. ाम्ल[3] $CH_3CHOHCOOH$.

हलोनत्रिकेनाम्ल किंवा संक्षेपतः त्रिकोनाम्ल[4] $CH_3COCOOH$.

जंबीरिकाम्ल[5] $HOOCCH_2C(OH)COOHCH_2COOH$.

1 Dihydroxy acetone. 2 Propionic acid. 3 Lactic .. 4 Pyruvic acid. 5 Citric acid.

तेल तूप चरबी असलेल्या जिनसांना **ओषट** म्हणतात. ही द्रव्ये उघडी पडली ा खवट होतात. हवा, तिच्यात समाविष्ट असलेले बाष्पक आणि उजेड यांचा ारिणाम असतो. मूळची **ओषट द्रव्ये हलिके** असतात. त्यातून अल्पांशाने

पाण्याच्या विक्रियेने अम्ले व धायक द्रव्य[1] (घृतोल) वेगळी होतात. धायका OH घटा असते. त्यापासून ऊर्वणाने आहले व हलोनद्रव्ये उत्पन्न होतात चुरचुरीत वास या द्रव्यांचा असतो. ओबट द्रव्यांची घडामोड शरीरात हो तेव्हा तेथेही अशी द्रव्ये उत्पन्न होत असतात. त्यापासून अपाय न होता त्यांच निकाल व्हावा अशी योजना शरीरात असते.

1 Basic substance.

प्रस्तुत प्रकरणी आतापर्यंत काही कोहोल, आहल, हलोन व हलिकाम्ल (मेदसाम्ल) द्रव्यांचे गुणधर्म थोडेबहुत पाहिले आहेत. या द्रव्यांपैकी तक्रिकाम्ल जंबीरिकाम्ल आपल्या अन्नात असते. तेदेखील गौणत्वानेच असते. तक्रिकाम्ल ताकातले अम्ल आणि जंबिरिकाम्ल हे कागदी लिंबातले अम्ल आहे. आहल व हलो द्रव्ये शर्करेची घटक द्रव्ये आहेत. काही हलिकाम्ले शर्करेपासून शरीराती घडामोडीत उत्पन्न होणारी आहेत. सामान्य कोहोल व कर्बोज्जद द्रव्ये आपल्य अन्नात आपण घेत नाही. परंतु जे अन्नपदार्थ आपण घेतो त्यात सहजगत्या एक प्रकारचे कोहोल किंवा कर्बोज्जद द्रव्य येते, कदाचित् दोनही येतात. अन्नाची रासायनिक छाननी केली असता कळून येते की, **गृंजोल**[1] नामक कोहोल किंव **गृंजीन**[2] नामक कर्बोज्जद आपल्या अन्नात असते; नव्हे असावेच लागते. या द्रव्यांच दैनिक आहाराचा राशी अगदी थोडा असतो. तथापि तो जीवितास अवश् असल्यामुळे त्या द्रव्याला **जीवनसत्व** असे म्हणतात. याहून लहान शब्द **जीवातु** असा याच अर्थाचा आहे. गृंजोल जीवातु आहे. दैनिक आहारात त्याचा अवश्य राशी १२.५ ते २५.० mg. इतका थोडा असतो. मांसाहाराच्या जिनसात आणि दुधात त्याचा भरणा असतो, पण शाखाहाराच्या जिनसात नसतो. तरी त्यात गृंजीन हे द्रव्य असते. त्यापासून यकृतात गृंजोल तयार होते, म्हणून ते जीवात शाकाहारातही मिळू शकते असे म्हणता येते. दिवसाकाठी लागणारे गृंजोल एकेकाच खाद्यात मिळावे असे म्हटले तर ते खाद्य किती किती घ्यावे लागेल ते असे :

यकृत	तूप	अंडे-बलक	दूध	मांस	पालक	गाजर
५० ग्राम	१०० ग्रा.	५०० ग्रा.	२५०० ग्रा.	अतिरिक्त	५० ग्रा.	१५० ग्रा

रताळे	ओलेवाटाणे	टमाटो	कोबी	सुके वाटाणे
२०० ग्राम	५०० ग्रा.	१००० ग्रा.	१०,००० ग्रा.	१७००० ग्रा.

1 Vitamin A alcohol. Retinol दर्शोल. 2 Carotene.
3 Vitamin.

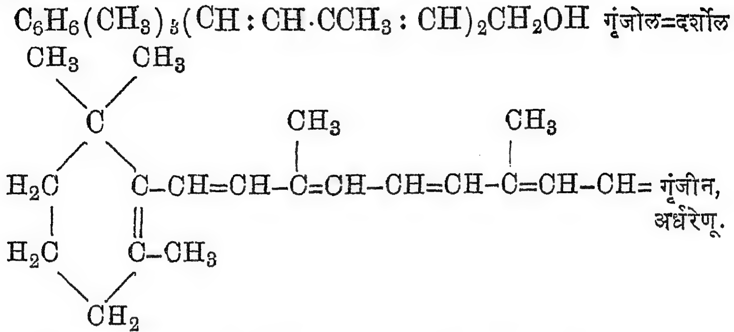
गृंजोल या नावावरून दोन गोष्टींचा बोध होतो. गाजर हा उगम आणि कोहोल हे रासायनिक स्वरूप. **अधिनेत्र जीवातु** असे त्यास आणखी एक नाव देता येईल. नेत्राचे आरोग्य राखण्यास त्याची आवश्यकता असते. डोळे येणे हा एक साथीचा रोग पुष्कळ ठिकाणी आढळतो. या विकारावर पथ्य म्हणून लोणी साखर किंवा सायसाखर देण्याची चाल पन्नास वर्षांपूर्वी होती. हल्ली माशाचे तेल देण्याची चाल आहे. दोहींतले तात्पर्य एकच आहे. ते गृंजोलाचा भरणा आहारात वाढवणे हे आहे. वरील कोष्टक पाहता या कामी उत्तम जिन्नस यकृत आणि पालकपाला हेच आहेत. त्याच्या खालोखाल तूप हा जिन्नस आहे. मत्स्ययकृताचे तेल हा सर्वांत श्रेष्ठ जिन्नस ठरतो. साधारणतः सर्व हिरवा पाला पालकाच्याच जवळपास आहे, असे मानण्यास हरकत नाही. गाजराचा क्रमांक त्याच्या खालोखाल आहे. गाजराच्या चकत्या वाळवून ठेवता येत असून, ओलवून त्या पुनः वापरण्याजोग्या होत असल्यामुळे, त्यांचे महत्व विशेष आहे. रताळे हाही संग्राह्य जिन्नस असल्यामुळे गाजराच्या खालोखाल महत्त्वाचा आहे. या दृष्टीने मांस निरुपयोगी आहे, पण चरबीचा थोडासा उपयोग आहे.

गृंजोल हे द्रव्य प्राण्यांच्या गात्रातच आढळते, वानसगात्रात आढळत नाही. गृंजीन हे मात्र वानसगात्रात आढळते. गाजरातून ते काढणे सोपे आहे. शंभरी सुमारे २·५ या मानाने ते गाजरात असते. गाजराचा रंग बहुधा याचाच असतो. प्राणिगात्रातही **गृंजीन** अल्पांशाने असते. हे द्रव्य **ओषटात विरघळणारे** आहे. प्राणिगात्रातील तसेच वानसगात्रातील पेशिकांतर्गत द्रव्यात ओषट असते त्यात ही द्रव्ये विरघळलेली असतात. गृंजोलाचा रंग अगदी फिका पिवळा असतो, गृंजीनाचा नारिंगी असतो. वानसांच्या हिरव्या अंगात हिरवे रंगद्रव्य हरित्पल्ल[1] आणि पिवळे रंगद्रव्य पीतपल्ल[2] ही सुद्धा असतात. हिरव्याच्या आधिक्यामुळे पिवळे समजून येत नाही. गृंजीनात तीन प्रकार आहेत त्यांना $\alpha\ \beta\ \gamma$ अशी ग्रीक अक्षरी विशेषणे देतात. पूर्वी सांगितलेच आहे की गृंजीन हे कर्वोज्जद द्रव्य आहे. त्याचा समास $C_{40}H_{56}$ असा आहे. त्याचे तीन भाग असतात ते असे :–

$C_9H_{15} \cdot C_{22}H_{26} \cdot C_9H_{15}$. यांपैकी आद्यंत भागाचे पोटभाग $C_6H_6\ (CH_3)_3$ असे असतात. आद्य भागात त्याचप्रमाणे अंत्य भागात सहा कार्बनांचा एक हार[3] असून त्याला तीन एककार्बनी शाखा असतात. आद्यंत भाग जोडणारा सर[4] असतो तो बराच लांबलचक असतो हे उघडच आहे. प्रत्येक हारामध्ये एकेक दुहेरी पाश दोन कार्बनांमधे असतो. मधल्या हारातही नऊ दुपाश असतात. हारातील दुपाश वेगवेगळ्या जागी असू शकतो. दुपाशी स्थानानुसार तीन

प्रकार संभवतात β गूंजीनाच्या अर्ध्या रेणूचा सविस्तर समास पुढे दिला आहे. दोन अर्धे दुपाशाने जोडलेले असतात. **अर्ध्या रेणूत एक पाण्याचा रेणू मिळवला की गूंजोलाचा एक रेणू तयार होतो.** तो असा :–

$C_6H_6(CH_3)_5(CH : CH \cdot CCH_3 : CH)_2CH_2OH$ गूंजोल=दर्शोल



1 Chlorophyll. 2 Xanthophyll. 3 Ring. 4 Chain.

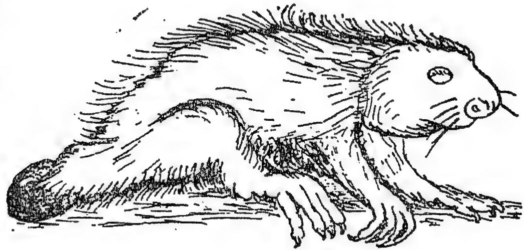
डोळ्यातील दृक्पटलात पिंजकद्रव्य असते त्याचे नाव पिंजेक्षिण[1]. हे एक संयुक्तप्रोतीन असते. याचा रैणव भार सुमारे ४०,००० आहे. प्रकाशाने याचे वियोजन होते. त्यामुळे गूंजाल[2] आणि ईक्षिण[3] अशी दोन द्रव्ये उत्पन्न होतात. पिंजेक्षिण जांभळे असते तर गूंजाल पिवळे असते. गूंजाल हे आहल आहे. थोड्या वेळाने यापासूनच गूंजोल उत्पन्न होते. गूंजालास प्रथमतः दर्शाल[4] म्हणत आणि गूंजोलास दर्शोल[5] म्हणत. पण नंतर दर्शाल=गूंजाल आणि दर्शोल=गूंजोल असे समजून आले. **अंधारात एका वितंचकाच्या योगाने गूंजोलाचे गूंजाल आणि त्याच्या ईक्षिणसंयोगाने पुनः पिंजेक्षिण द्रव्य तयार होते.** पिंजेक्षिण हे द्रव्य दृक्पटलातील शलाकापेशिकात असते. त्याचा उपयोग रात्रिप्रकाशात (मंदप्रकाशात) दर्शनाचे कामी होतो. गूंजोलाचा एवढाच उपयोग असता तर त्याचा नेत्रातील संचय चिरकाल टिकला असता. परंतु तशी गोष्ट नाही. त्यास अन्य कार्ये आहेत आणि त्यात त्याचा खपही आहे.

1 Rhodopsin. 2 Vitamin A aldehyde. 3 Opsin. 4 Retinal. 5 Retinol.

गूंजोल जीवातुद्रव्य रक्तात असते. तेथून ते इतर गात्रात त्यांच्या गरजेप्रमाणे मिळते. त्याचा **तुटवडा पडला असता सांसर्गिक नेत्रविकार होतात** हे वर सांगितलेच आहे. त्याशिवाय रातांधळाचाही उल्लेख केलेला आहे. आणखी सांगावयाची गोष्ट अशी की, अशा तुटवड्याने **तरुणांची शरीरे दुर्बल होतात आणि बालकांची वाढ**

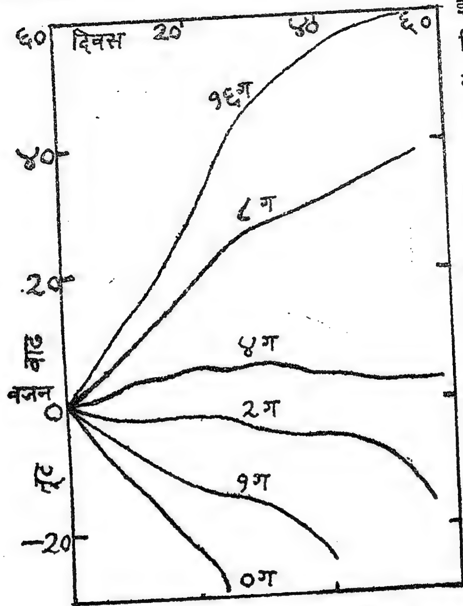
कुंठित होते. पहिल्या जागतिक महायुद्धाच्या काळात डेन्मार्क या देशातून पुष्कळसे दूध परदेशी पाठवले गेले तेव्हा बालकांमधे नेत्रविकार विपुल आढळून आले. विशेषतः **नेत्रास्तर** (संपत्र) **रूक्ष होणे** हा विकार अतिशय बळावला. त्याविरुद्ध उपाय म्हणून दूध परदेशी पाठविण्यावर निर्बंध घातले गेले तेव्हा त्या विकारास ओहोटी लागली. शरीराच्या वाढीसंबंधी आहार कमी करण्याचे प्रयोग कोणी माणसावर करीत नाही, ते उंदरावर करतात. त्यापासून पुष्कळ बोध घेण्याजोगा असतो. अयोग्य आहाराचे उंदरावर जे दुष्परिणाम होतात तसलेच दुष्परिणाम माणसात दिसून आले म्हणजे त्याला कारण असलेले आहार सारखेच सदोष असले पाहिजेत असे अनुमान निघते. या अनुमानावर आधारून काही उपाय माणसावर योजला असता त्याचा परिणाम अपेक्षेप्रमाणे घडून आला तर अनुमान योग्य असल्याचे ते प्रत्यंतर ठरते. गृंजोलासंबंधी असले प्रयोग उत्तमप्रकारे झालेले आहेत.

एकाच विणीतले पाच सहा उंदीर सारख्या वजनाचे सहज मिळू शकतात. त्यांची वाढ वीस दिवस एकसारखी झाली म्हणजे ते प्रयोगास योग्य समजतात. एवढ्या वयानंतर ते आईवेगळे करतात. अशा उंदरांना गृंजोलरहित आहार देतात. सुमारे आठ दिवसांनी त्यांच्या वजनाची वाढ खुंटते. आता त्यांच्या शरीरात जीवातु गृंजोल नाही असे समजावयाचे. नंतर एकाला तसाच गृंजोलरहित आहार देत रहावयाचे. हा उंदीर वजन कमी होत होत काही दिवसांनी मरतो. दुसऱ्या उंदराच्या आहारात ग इतके गृंजोल घालावयाचे. तो काही अधिक दिवसांनी मरतो. तिसऱ्याला २ ग इतके गृंजोल द्यावयाचे. तो आणखी अधिक दिवसांनी मरतो. चवथ्याला ४ ग, पाचव्याला ८ ग, सहाव्याला १६ ग गृंजोल द्यावयाचे. असे केल्याने उंदीर अधिकाधिक दिवस जगतात. उत्तरोत्तर वजनात तूट कमी होऊन वाढही होते. काही मर्यादेपलीकडे उंदराचे जीवन भरपूर आहारावर चालावे तसे चालते. यावरून आहारात किती गृंजोल अवश्य आहे ते कळते. त्याचप्रमाणे भरपूर आहाराने मिळालेले गृंजोल किती दिवस शरीरात राहते तेही कळते. अशा प्रयोगात आलेला अनुभव शेजारच्या रेखाटीत दिला आहे.



आ० ४३·१ गृंजोलहीन आहारवाला उंदीर

ग आणि २ ग दिलेले उंदीर अनुक्रमे २५ व ४० दिवसांनी मेले. बाकीचे इतक्यात मेले नाहीत, पण त्यांची वजने वेगवेगळी आली. ती रेखाटीत दाखविल आहेत. १६ ग पेक्षा अधिक गृंजोल देण्याचा परिणाम १६ ग देण्याप्रमाणेच झाल तेव्हा १६ ग हीच योग्य मात्रा ठरली. गृंजोलाचे साठवण शरीरात होऊ शकत ते संपल्यावर वाढ कमी होत होत २५ दिवसात आयुष्य संपले. ग ने वजनतूट क झाली आणि आयुष्य दिवसापर्यंत वाढले. २ ग आयुष्य कमी झाले नाही, वजन तुटतच गेले. ४ ग, ८ १६ ग, यांनी वजनव झाली आणि आयुष्य लां माणसाच्या शरीरात **गृंजो साठवण चार सहा म पुरेल इतके होऊ शकते,** अनुभव आहे.



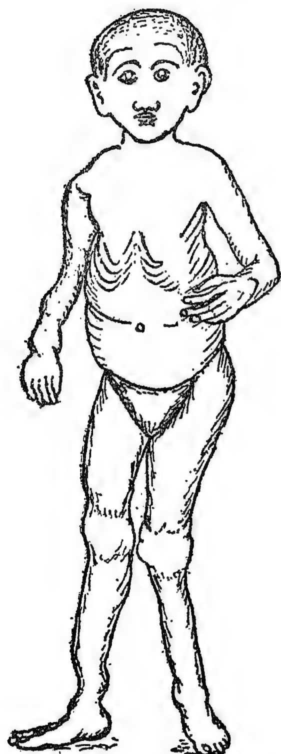
आ० ४३·२ गृंजोलाचा उपयोग दाखविणारे आलेख

गृंजोलासंबंधी जे प्र झालेले आहेत त्यावरून महत्त्वाची गोष्ट कळून आ आहे की, ते आतड्या शोषले जाण्याला पॅरॅ ऑईल या औषधाने येतो. सारक म्हणून हे दररोज घेणारांच्या शरीरात त्यांच्या अन्नातील गृंजोलांश घेतला जात नाही वाया जातो. पॅरॅफीन ऑईल हे परितृप्त कर्बोज्जद असते. ते शोषले जात मळाबरोबर निघून जाते. **गृंजोलाचे दैनिक** अवश्य **ग्राह्य-मान**[1] म्हणून जे स ते उंदरावरील प्रयोगावरूनच ठरवलेले असते. ते **प्रौढाकरता ५००० आंतर एकमाने** असे सांगतात. गर्भिणींना ते दीडपट द्यावे असे सांगतात. एक राष्ट्रीय-एकमान[2] ०·००३ mg. असते. **गृंजीन त्याच्या दुप्पट पाहिजे.** उंद प्रयोगावरून आणि मानवी आतुरांच्या अवलोकनावरून हे उघड झाले अ गृंजीन किंवा गृंजोल अतिरिक्त (योग्य असते त्याच्या दुप्पट, चौपट) घे

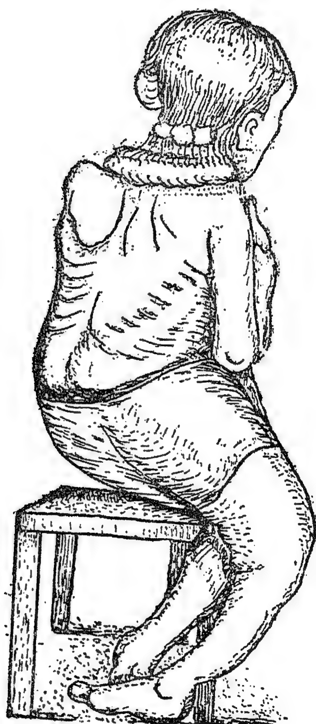
असता, त्यापासून अपाय होतो. केस गळणे, हाडे बोजड [illegible] असे विकार होतात.

1 Requirement. 2 International unit.

मुडदूस[1] म्हणून लहान मुलांचा आजार पूर्वापार प्रसिद्ध आहे. मुडदूस झालेल्या मुलांची मुद्रा चिंतातुर दिसते. एकंदर शरीर रोडावते. छाती दोन्ही बाजूंनी दबते. उरोस्थी आणि बरगड्या यांच्या सांध्यात टेंगळे येतात. हातापायांची हाडे अग्राजवळ बोजड होतात. डोक्याच्या हाडांच्या सांध्यातही बोजडपणा येतो.



आ० ४३·३ मुडदूस झालेले बालक



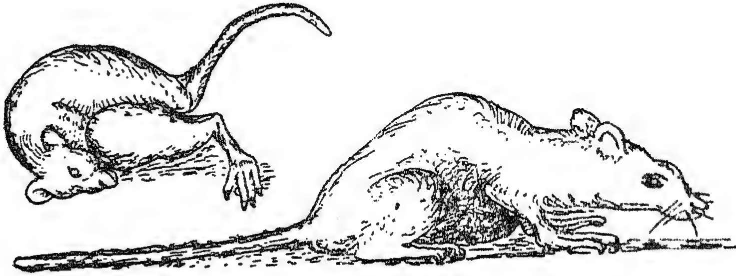
आ० ४३·४ अस्थिमार्दव झालेली बाई

पायांची हाडे धनुकलीसारखी वाकतात किंवा फेंगडी होतात. अस्थी मृदू झाल्याची ही चिन्हे आहेत. मुडदूस म्हणजे खरोखरी मृदुअस्थी. हा विकार बहुधा तीन



आ० ४३·५ मुडदुशी कुत्रा

वर्षाच्या आतल्या मुलांना होतो. पण तो जन्मतः असल्याची उदाहरणे नाहीत असे नाही. हाच विकार मोठेपणी देखील होतो. विशेषतः गर्भिणींना होतो. तेव्हा त्यास **अस्थिमार्दव**[2]**-विकार** म्हणतात. अस्थिगात्रातील पेशिका-बाह्य द्रव्यात अकार्बनी भाग बहुशः खटलवणांचा असतो. प्रस्तुत विकारात खटपस्फुरिक लवण हाडात कमी पडल्याचे आढळते. तरी ते रक्तात किंवा आहारात कमी असतेच असा नेम नाही. कमी नसताना देखील मुडदूस असू शकतो. तेव्हा मुडदूस हा विकार खटलवणांच्या आहारातील उणेपणाने होतो असे नसून ती लवणे शरीरात वापरली जाण्यात दोष उत्पन्न झाल्याने होतो असे सिद्ध होते. **लवणे योग्य तेवढी असताना या विकाराचा परिहार, आहारात मत्स्याच्या यकृतातील ओष-**

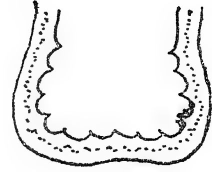


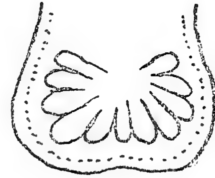
आ० ४३·६ रूग्णारूग्ण उंदीर. मुडदूस

टाचा समावेश केल्याने होतो. तथापि **तो शुद्ध ओषटाने होत नाही**, असेही अनुभवास येते. मत्स्ययकृताच्या ओषटात गूंजोल असते ते ऊर्वणाने काढून टाकता येते. तसे केल्याने मत्स्ययकृताच्या ओषटाचा हा हितावह परिणाम नाहीसा होत नाही. तेव्हा तो या ओषटातील गूंजोलाचा नाही असे सिद्ध होते. **मत्स्ययकृतातून काढलेल्या ओषटाबरोबर स्थिरोल द्रव्ये असतात त्यांचा हा हितावह परिणाम** असला पाहिजे असे अनुमान निघते. **स्थिरोल**[3] **म्हणजे मोठा रेणुभार असलेल्या स्थायु अवस्थेतील स्वाळ पांढरी कोहोल द्रव्ये** होत. त्यांचा हा जीवातु गुण असतो. या द्रव्यांना जीवातु D म्हणतात.

1 Rickets. 2 Osteomalacia. 3 Sterol.

स्थिरोल हा शब्द वर्गवाचक आहे. जीवातु-स्थिरोल द्रव्येसुद्धा अनेक असतात. त्यापैकी दोन विशेष प्रसिद्ध आहेत. एक **किण्वज.** हे किण्व-स्थिरोलापासून मिळू शकते. दुसरे **पित्तज.** हे पशु-पक्ष्यांच्या तसेच मानवाच्याही शरीरात पित्त-स्थिरोलापासून मिळू शकते. पहिल्यास D_2 आणि दुसऱ्यास D_3 म्हणतात. किण्वात स्थिरोल असते ते किण्वस्थिरोल[1] होय. पित्तात स्थिरोल असते ते पित्तस्थिरोल[2] होय. किण्वस्थिरोलावर दीर्घ, सुमारे २६५ $m\mu$ आयामाच्या[3], प्रकाशतरंगांच्या संस्काराने किण्वज-जीवातु उत्पन्न होते; आणि प्राणिशरीरात ऊनोज्ज पित्तस्थिरोलावर सूर्यापासून मिळणाऱ्या दीर्घ तरंगांच्या संस्काराने पित्तजजीवातु उत्पन्न होते. **प्राणिदेहातील सर्व पेशिकात पित्तस्थिरोलाचा किंचित् अंश असतो.** मेंदूत सुमारे दीड ते अडीच टक्के या स्थिरोलाचा अंश असतो. **प्राण्यापासून मिळणाऱ्या सर्व ओषटात त्याचा अंश मिश्र असतो.** कधी कधी शरीरात पित्ताचे खडे बनतात. त्यात हे स्थिरोल प्रथम माहीत झाले. याचा रासायनिक समास $C_{27} H_{45} OH$ असा आहे. पित्ताशयातील पित्तात याचा अंश ४.५ टक्के देखील असू शकतो. चैतनगात्रात याचा अंश ०.१ टक्क्याहून थोडा अधिक आणि इतरात थोडा कमी असतो. मत्स्ययकृतातून काढलेल्या ओषटात स्थिरोलांश सर्वात अधिक असतो. तो D_3 चा असतो. **त्वचेत ऊनोज्ज पित्तस्थिरोल[4] असते. त्यापासून सूर्यप्राप्त दीर्घायाम किरणांनी प्रभावित[5] होऊन ते इतरत्र जाऊन यकृतात साठविले जाते.** याच्या रेणूत दोन उज्जाणू कमी असतात. **शाकाहारात किण्वस्थिरोल उपलब्ध असते ते वानसांगातून.** दुधामधे पित्तस्थिरोल असते त्याच्यावर सूर्यकिरणांचा संस्कार होऊन ते प्रभावित होऊ शकते. तथापि मत्स्ययकृतातल्यापेक्षा ते कमीच असते.





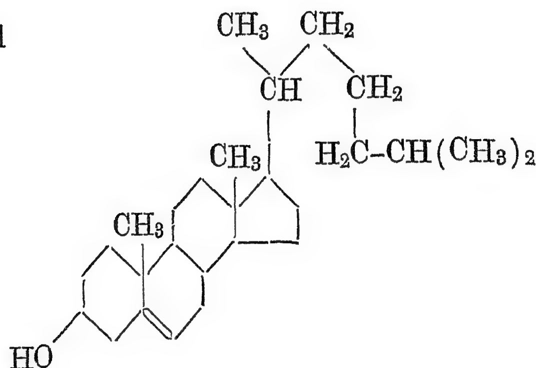
आ० ४३ ·७ अस्थि-अग्र
योग्य आणि रूग्ण

1 Ergosterol. 2 Cholesterol. 3 Possessing wave-length. 4 Dehydro-cholesterol. 5 Activated.

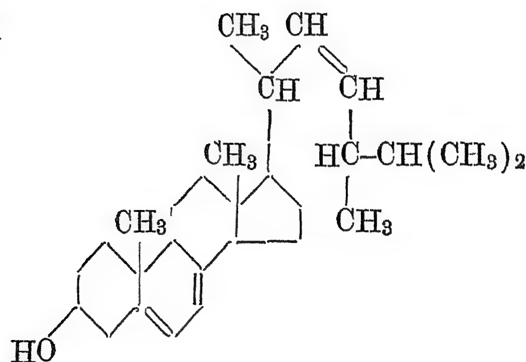
स्थिरोल द्रव्याच्या रेणूत एकच OH घटा असते. C अणूंपैकी काहींचा एक लहानसा सर असतो. बाकीच्या C अणूंचे चार हार एकात एक गुंतलेले असतात. तीन षट्कोनी आणि एक पंचकोनी असतो. पंचकोनी शेवटी असून त्यालाच सर गुंतलेला असतो. आरंभाच्या षट्कोनास OH ही घटा

लागलेली असते. प्रभावित रेणू असतात त्यात दुसऱ्या षट्कोनाचा एका ठिकाणी भंग झालेला असतो. अप्रभावितात हारस्थ दोन दुहेरी पाश असतात, तर प्रभावितात तसे तीन असतात. अप्रभावितात पहिल्या दोन हारांच्या सांध्यात एक CH_3 शाखा असते तेथेच भंग होऊन प्रभावित द्रव्य तयार होते. भंगाच्या जागी असलेला तिहींपैकी एक H समोरच्या कोपऱ्यात जातो. दुसऱ्या दोन हारांच्या सांध्यात CH_3 ही शाखा असते ती जशीच्या तशीच राहते. प्रभावित द्रव्ये असतात तीच जीवातु असतात. किण्वस्थिरोलाच्या सरात एक दुपाश असतो तो प्रभावितात कायम राहतो. ऊनोज्ज पित्तस्थिरोलातील सरात दुपाश नसतो. पित्तस्थिरोलात दुपाश एकच असतो.

Cholesterol
पित्तस्थिरोल

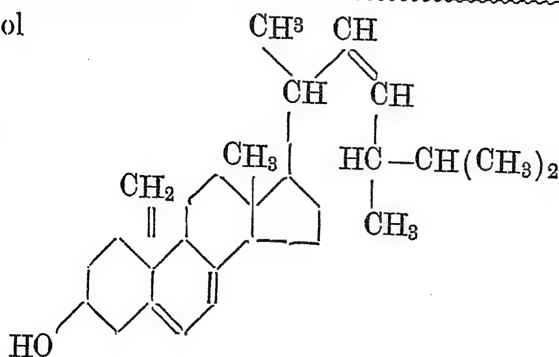


Ergosterol
किण्वस्थिरोल

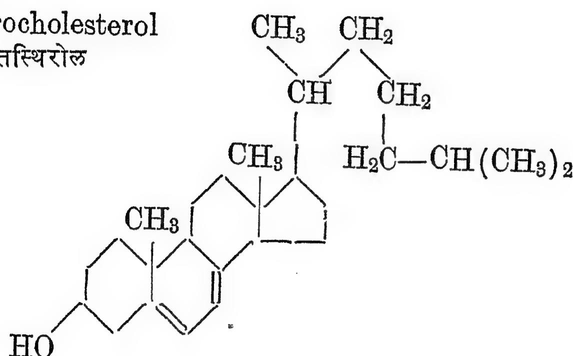


Calciferol
किण्वज

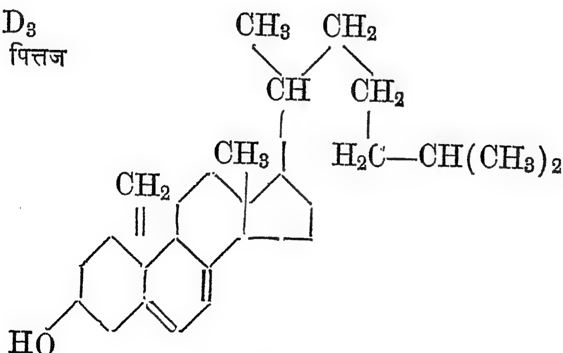
D_2



Dehydrocholesterol
ऊनोज्जपित्तस्थिरोल



Vitamin D_3
पित्तज



हारातील C व CH व CH_2 अध्याहृत समजावेत.

किण्वज ०.०२५ µg = आंतरराष्ट्रीय एकमान.

४०० आंतरराष्ट्रीय एकमाने इतका दैनिक आहार बालके व गर्भिणी यांना अवश्य असतो. **याच्या अतिरिक्त सेवनाने अपाय होतो.** अस्थी, यकृत, पल्मने व वृक्क ही कडक होऊन निकामी होतात. **पशुपक्ष्यांच्या यकृतात गृंजोल भरपूर असले तरी पित्तज भरपूर नसते. मत्स्ययकृतात मात्र दोनही भरपूर असतात. वानसांगात गृंजीन व किण्वस्थिरोल यांचा भरणा साधारणपणे सारखा असतो. दुधामधेही तो तसाच असतो. मत्स्यवर्ज मांसाहारात किंवा दुग्धवर्ज शाकाहारात जीवातु द्रव्ये कमी पडण्याचा संभव असतो.** शाकाहारी लोकांना सूर्यप्रकाश न मिळाल्यानेही या द्रव्यांचा तुटवडा जाणवतो. दुधासह शाकाहार करणारांना एकाच पदार्थातून गृंजीन आणि स्थिरोल जीवातुद्रव्ये मिळतात.

गर्भिणी स्त्रियांच्या बाबतीत स्थिरोलजीवातुद्रव्याचे विशेष महत्त्व आहे. गर्भिणीला स्वतःच्या स्वास्थ्याकरता त्यांची गरज असतेच पण त्याखेरीज गर्भाच्या करताही गरज असते. दोघांची गरज भागेल इतका मोठा भरणा गर्भिणीच्या शरीरात झाला पाहिजे. गर्भिणीच्या आहारात जीवातुद्रव्यसंपन्न अन्नाचा समावेश असला पाहिजे. असे नसेल तेव्हा गर्भाची गरज प्रथम भागविली जाऊन गर्भिणीची गरज भागली तर भागली नाही तर नाही, असे होण्याचा संभव असतो. **प्रथम तुटवडा गर्भिणीस बाधतो नंतर गर्भास बाधतो,** असे दिसून येते. काही गाई म्हशी व्याल्यानंतर एकदम खचतात, बसलेल्या उठून उभ्या राहू शकत नाहीत असे आढळते. तेव्हा पुष्कळ प्रसंगी त्या दुर्दशेचे कारण स्थिरोलाचा तुटवडा असे आढळून आले आहे. मानवामधेही बाळंतपणातील दुर्धर आजाराचे एक प्रमुख कारण प्रस्तुत जीवातु स्थिरोलाचे न्यून हे असल्याचे समजते. रक्ताची रासायनिक तपासणी केली असता हे न्यून कळून येते.

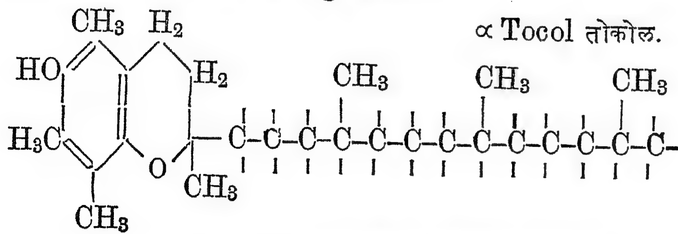
बाळंतरोग असे पूर्वी ज्यास म्हणत तो कफक्षय किंवा रक्तक्षय असे इतकेच नव्हे तर कित्येक वेळा अस्थिमार्दवासही बाळंतरोग म्हणत असत. हा रोग गरीबात विशेष असे. कारण उघडच आहे की, दूध तूप भाजीपाला इत्यादींचा त्याच्या आहारात समावेश फार थोडा असे. **बाळंतिणीचे पथ्य म्हणून जे ठरलेले असे त्यात तुपाचा भरणा विशेष असे, तो योग्यच होता** असे दिसून येते. मुडदूस हा विकार पूर्वी बराच आढळे. ज्या मुलांना हा विकार होई त्यांच्यात आईचे दूध न मिळणाऱ्या मुलांचाच भरणा मोठा असे. या मुलांना गाईचे किंवा म्हशीचे दूध साय वगळून देत असत. त्याबरोबर स्थिरोलही वर्ज होत असे. त्यामुळे मुडदूस होई. हल्ली मुडदुसाचे कारण माहीत झाले असल्यामुळे आहारात सुधारणा वेळेवर होते आणि रोगाचे आगमन टळते.

तेलबियातून काढलेल्या तेलामधे एक द्रव्य असते त्याला **तोकोल**[1] असे नाव दिले आहे. तोक म्हणजे मूल. हे द्रव्य आहारात नसले तर मुले होत नाहीत असा

अनुभव प्रथमतः उंदरांवरील प्रयोगात आला. काही थोड्याशा प्रसंगी मानवावरही या गोष्टीचा ताळा पाहिला गेला आहे. काही वंध्या स्त्रियांना या तोकोलद्रव्याच्या सेवनाने मूल होण्याचे भाग्य लाभलेले आहे. तथापि असे भाग्य ज्यांना लाभले नाही अशीही उदाहरणे आहेत. तोकोल हे एक कोहोलद्रव्य आहे. ते **शरीरात ओषटामध्ये साठवले जाते**. ते ओषटात विरघळते, अतिरिक्त सेवनाने काही दुष्परिणाम किंवा सुपरिणामही आढळून आलेले नाहीत. **गर्भपाताच्या विकारावर त्याचा सुपरिणाम दिसून येतो**. गर्भपातप्रवृत्ती थांबते. गर्भधारणा सुरळीतपणे तडीस जाते. मानवाप्रमाणेच गाईंच्या बाबतीतही असे सुपरिणाम काही प्रसंगी अनुभवास आलेले आहेत पण ते थोडेच. गृंजीनापासून गृंजोल शरीरात उत्पन्न होते ते होण्यात या तोकोलाचा उपयोग होत असावा, असे अनुमान करण्यास काही प्रसंगी पुरावा मिळालेला आहे.

1 Tocol. Tocoferol.

आता सांगितलेल्या कारणांनी तोकोल या द्रव्याला जीवातुद्रव्य अशी प्रतिष्ठा मिळाली आहे. रसायनदृष्टचा ते कोहोल आहे. त्यात OH घटा C ला जोडलेली आहे. त्याच्या रेणूत दोन सहा मण्यांचे हार एकात एक गुंतलेले आहेत. दोन C रूप मणी दोन हारात सामान्य आहेत. एका हारातील मण्याची जागा O ने घेतलेली असून इतर मणी मात्र C आहेत. ज्यात O नाही त्या हारात तीन दुपाश आहेत. त्यातला एक दुपाश दुसऱ्या हारातही आहेच. O च्या एका अंगाला एक हार असून दुसऱ्या अंगाला C मण्यांचा सर आहे. या सरात दुपाश नाही. एका रांगेत १३ C मणी आहेत. त्यातील तीन मण्यांना CH_3 अशा शाखा आहेत. α, β, γ असे याचे तीन प्रकार आहेत. त्यातील α चे हे वर्णन असून चित्रही त्याचेच आहे. **एकदलिक धान्याचे दाणे, पालेभाज्या, घोड्याचे गवत लुसर्न आणि अंड्याचा बलक, यात हे द्रव्य असते**. त्याचा **जास्तीत जास्त भरणा गव्हाच्या मोडात असतो**. त्यापासूनच ते औषधि–उपयोगाकरता मिळवतात. दूध किंवा मांसाहाराचे इतर पदार्थ यात यांचा भरणा फार थोडा असतो. याची औषधी मात्रा दैनिक ३ mg. समजतात.



α Tocol तोकोल.

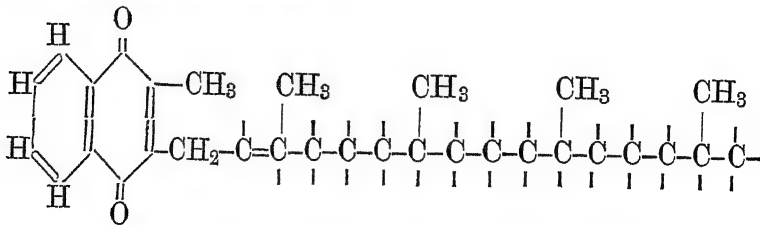
हारात C आणि सरात H अध्याहृत समजावे.

तोकोल हे ऊर्वणविरोधी द्रव्य आहे. आमलिकाम्ल हे जीवातु C आहे. **ऊर्वणाने नाश पावते. अन्नामधे त्याबरोबर तोकोल असल्यास या ऊर्वणा** **अटकाव होऊन आमलिकाम्लाचे रक्षण होते.** इतर रीतींनीसुद्धा या ऊर्वण विरोधाचा उपयोग होत असणे संभवनीय आहे. **गुंजोलाचे ऊर्वण याने आटोक्या ठेवले जाते.**

रक्त वाहिन्यातून बाहेर पडल्यावर आळते. ते आळणे रक्तहानी थांबवते या **रक्त आळण्याच्या कामी उपयोगी पडणारे** एक द्रव्य असते **त्यास किलाट जीवातु**[1] असे नाव आहे. किलाट म्हणजे आळून बनलेला लगदा, किंवा गठ्ठा. हे द्रव्य सुद्धा ओषटात विरघळणारे असते. कावीळ झालेल्या लोकांच्या रक्तात त्यांचा तुटवडा असतो. त्यामुळे रक्त आळणे रेंगाळते, काही नवजात बालकांच्या रक्तात त्यांचा तुटवडा असतो. अशा प्रसंगी या द्रव्याचा औषध म्हणून उपयोग होतो. नवबालकास 1 mg. जीवातु पुरेसे असते. प्रौढास दैनिक ४ mg पर्यंत देणे अवश्य असते. सामान्य आहारात त्याचा तुटवडा पडत नाही. हिरव्य पालेभाज्यात ते असते. याशिवाय आतड्यात सहजगत्या वसती करणाऱ्या **वानु- जंतूकडून त्यांची उत्पत्ती होऊन माणसाच्या उपयोगी पडत असते. ओषटात विरघळून ते रक्तात जात असते. म्हणून ओषटाचे पचन व शोषण बिघडले की या किलाटजीवातूच्या पुरवठ्यात तूट येते.**

1 Vitamin K.

रसायनदृष्ट्या तोकोल व किलाट जीवातुद्रव्य यात बरेच साम्य आहे तोकोल हे कोहोल आहे तसे हे नाही. हे हलोन आहे. यात CO अशी घटा आहे, C व O दुपाशाने जुळलेले आहेत. म्हणून यास **किलाटोन** म्हणावे लागते. याच्या दुसऱ्या हारात एक स्वतंत्र दुपाश असतो, हा याचा दुसरा विशेष असून याच्या सरात १६ C मणी असतात, हा तिसरा विशेष आहे. आणि शाखा चार असतात हा चवथा विशेष आहे. यातील पहिल्या शाखेच्या अलीकडे एक दुपाश दोन मण्यात आहे, हा आणखी एक विशेष आहे.



K_1 किलाटोन. हारात C आणि सरात H अध्याहृत समजावेत.

जंतूत्पन्न किलाटोन K_2 असते. दोनही समघटक पण भिन्नरचित संयुगे असतात.

प्रस्तुत प्रकरणात स्थिरोल द्रव्ये सांगितली आहेत त्यांच्या रेणूत चार कोंडाळ्यांचा बनलेला सांगाडा असतो. असाच सांगाडा ज्यांच्या रेणूत असतो पण आरंभीच्या कोंडाळ्यातील OH च्या जागी O असतो आणि शेवटी जी लांब लचक माळका असते तिच्या ऐवजी लहानशी माळका असते किंवा तेथे O किंवा OH असतात, अशी द्रव्ये पुढे 'मेंदूखाली सिंधू' या प्रकरणी सांगितली आहेत. अशा द्रव्याना स्थिराम्र[1] द्रव्ये म्हणतात.

1 Steroid.

प्रकरण ४४

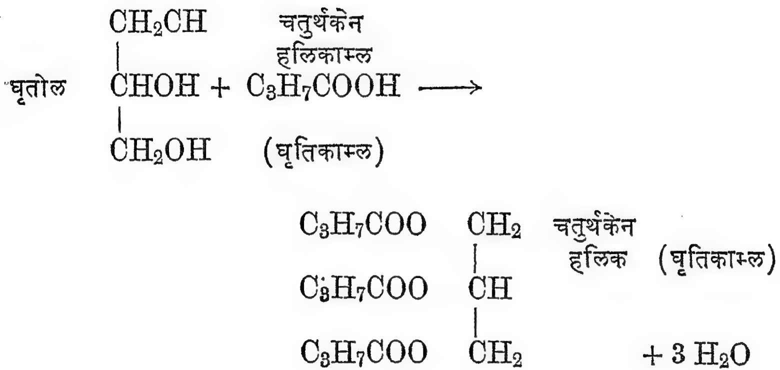
ओषट द्रव्ये

तेल तूप मेण चरबी अशा द्रव्यास ओषट[1] म्हणतात. ओष म्हणजे उष्णता. अन्नामधे जी विविध द्रव्ये असतात त्या सर्वांत ओषट द्रव्ये विशेष उष्णताप्रद असतात. शार्करद्रव्यांच्या जवळ जवळ दुप्पट उष्णता या ओषट द्रव्यांपासून मिळते. बियातून निघणारे ओषट तें तेल आणि दुधातून निघणारे ओषट ते तूप, असा मूळचा प्रघात आहे तथापि खाणीतून काढतात त्या केरोसीनासही तेल म्हणतात. ते कदाचित् कोटयवधी वर्षांपूर्वीच्या वानसापासून किंवा मत्स्यादि जलचरापासूनही निघालेले असेल. असे असले तरी ओषटात त्याचा समावेश करावयाचा नाही. रसायन-दृष्टया ते कर्बोज्जद आहे. त्यात C व H याशिवाय काही नाही. ओषट द्रव्यात C, H व O अशी तीन मूल-द्रव्ये असतात. शार्करद्रव्यात हीच मूल-द्रव्ये असतात पण त्यापासून ओषटांच्या सुमारे निम्मीच उष्णता मिळते. **प्राणि-शरीरात उष्णतेचा संग्रह म्हणून आणि उष्णतेला बाहेर जाण्यास प्रतिबंधक द्रव्य** म्हणूनही ओषटाचा उपयोग होतो. कातडीच्या खाली ओषटाचा लेप असतो त्याला **मेद** म्हणतात. याखेरीज इतर अवयवांच्या अंतरंगात आणि भोवताली वेष्टण म्हणूनही ओषटाचा अंतर्भाव शरीरात झालेला असतो; किंबहुना प्रत्येक जिवंत पेशिकेच्या अंगभूत द्रव्यातही ओषटाचा समावेश असतो. काही प्रकारच्या[2] मेणबत्तीचे मेण चरबीतून काढलेले असते. मधमाशांच्या पोवळ्याचे मेण हा त्यांच्या शरीरातून निघालेला निर्यास असतो. प्राण्यांच्या कानातला मळ हा वस्तुतः मेण याच स्वरूपाचा असतो. याशिवाय घामाचाही एक भाग, ज्याला येथे स्विदा[3] म्हटले आहे तो, या स्वरूपाचा असतो.

1 Lipid. 2. Stearin candle. 3 Sebum.

ग्लिसरीन म्हणून एक औषधात वापरण्याचे द्रव द्रव्य आहे. ते पाण्यापेक्षा दाट पण त्यासारखे स्वच्छ बिनरंगी द्रव असते. ते पाण्यात हवे तेवढे विरघळते. त्याचा विरघळा गोड लागतो. त्याचा रासायनिक समास $C_3 H_8 O_3$ असा आहे. तेल तूप चरबी ही हलिक द्रव्यांची मिश्रणे असतात. हलिक द्रव्ये एका पक्षी कोहोल द्रव्य आणि दुसऱ्या पक्षी कर्बोज COOH ही (हलिक) घटा असलेले अम्ल यापासून तयार होतात. प्रस्तुत हलिकांच्या घटनेत समाविष्ट असलेले कोहोल

ग्लिसरीन हे असते. याच्या एका रेणूत तीन OH घटा असतात. हलिक द्रव्ये तयार होताना ग्लिसरीनातील OH घटा आणि अम्लातील H यांचा संयोग होऊन पाणी वेगळे होते. ग्लिसरीन तुपातून काढता येते म्हणून त्यास **घृतीन** असे नाव दिले आहे. त्यातील OH घटा दर्शवण्याकरता त्यास **घृतोल** असे म्हणता येते. इंग्रजीत **ग्लिसरोल** म्हणतात.



चतुष्केन हलिकास घृतोलायित[1] चतुष्केन असेही म्हणतात. 1 Glyceride.

एकादे तेल तूप किंवा चरबी सामुद्राल्काच्या विरघळचाबरोबर उकळल्याने **साबण** तयार होतो. साबण सामुद्रहलिकांचा बनतो आणि घृतोल पाण्यात विरघळून राहते. साबणसुद्धा पाण्यांत विरघळलेला असतो. तो वेगळा काढण्याकरता विरघळचात भरपूर मीठ घालतात. त्यामुळे तो साबण गोळा होऊन विद्रवावर तरंगतो. या गोळचात सुद्धा काही अंश पाण्याचा असतो. साबणगोळचाखालचे विद्रव घेऊन ते उकळू दिले असता पाणी उडून जाते, परंतु उकळीतपमान इतके चढते की त्याने घृतोल करपते. तसे होऊ नये म्हणून विद्रव एका भांडचात कोंडून त्यावरील वायू उपसण्याची व्यवस्था करतात. ती केल्याने उकळीतपमान उतरते. वाफेच्या रूपाने पाणी आणि घृतोल ही वेगळी करता येतात. घृतोल गोठण्याचे तपमान १७° आणि उकळण्याचे तपमान २९०° असते. सामुद्र व पालाश धातूंचे साबण पाण्यात विरघळतात पण मग्न व खट धातूंचे साबण विरघळत

नाहीत. त्यामुळे खाऱ्यापाण्यात या धातूंची लवणे असल्यास त्यांच्या संगती होणारा साबणांश वाया जातो. पालाशाल्काबरोबर ओषटाचा प्रत्यक्ष साबण करू या विक्रियेत किती अल्क खपते ते मोजून काढणे, हा एक ओषटपरीक्षेचा भा आहे. १ ग्राम ओषटास लागणाऱ्या अल्काचा मिलिग्राम–अंक ठरवतात त्या **साबणमूल्य** म्हणतात. हे मूल्य मत्स्ययकृताच्या ओषटात अल्पतम आणि खोबऱ्याच्या तेलात महत्तम असते. हलिकाम्लांचे रेणुभार लहानमोठे असतात. लहानरेणूल जितके अल्क लागते तितकेच मोठ्या रेणूलाही लागते. म्हणून भारमाना मोठे रेणू लहानापेक्षा कमी अल्क घेतात. तुपाचे साबणमूल्य तेलाच्यापेक्षा बरे अधिक असते.

ओषटात घृतोलाशी सरबद्ध हलिक मेदस अम्ले[1] असतात ती कोष्टका दिली आहेत. त्यातील काहीत कार्बनमणी दुहेरी पाशांनी बांधलेले असतात. अश द्रव्यांना **अतृप्त[2] द्रव्ये** म्हणतात. अशा द्रव्यात हे पाश उलगडून पाशागणिक दो एकेरी धारणेचे अणू पकडण्याची प्रवृत्ती असते. विद्रवातून आयोड घेण्यात ह प्रवृत्ती प्रकट होते आणि मोजलीही जाते. या मोजणीस आयोडमूल्य म्हणतात पुढील कोष्टकात ही दोनही मूल्ये दिली आहेत :

1 Fatty acids. 2 Unsaturated.

ओषट	**आयोड मूल्य** Iodine value	**साबण मूल्य** Saponification value
खोबरेल	९	२४६ ते २६०
तूप	२५ ते ५०	२२० ते २३३
गो-वसा (चरबी)	३६ ते ४८	१९२ ते २००
वराह-वसा	५० ते ७०	१९५ ते १९७
मानवी वसा	५७ ते ६६	१९३ ते १९९
ओलीव तेल	७८ ते ९०	१८५ ते १९५
सरकीचे तेल	१०६ ते ११२	१९२ ते १९६
मत्स्ययकृताचे ओषट	१४४ ते १६८	१७५ ते १९३
आळशीचे तेल	१९२ ते १९५	१९० ते १९५

Biochemistry for medical students– Thorpe. page 77.

समावेशक जिन्नस	नाव	नाव	केनाम्ले[1] समास	वितळबिंदू
घृत. तूप.	घृतिक	Butyric	$C_4H_8O_2$	– ८°C
बकरीचे दूध	अजाविक	Caproic	$C_6H_{12}O_2$	– १°C
बकरीचे दूध	अजालिक	Caprylic	$C_8H_{16}O_2$	+ १६°C
बकरीचे दूध	आजिक	Capric	$C_{10}H_{20}O_2$	३१°C
तमालाचे तेल	तमालिक	Lauric	$C_{12}H_{24}O_2$	४३°C
जायफळाचे तेल	जातिक	Myristic	$C_{14}H_{28}O_2$	५४°C
ताडाचे तेल	तालिक	Palmitic	$C_{16}H_{32}O_2$	६२°C
चरबी. मेद. वसा	वसिक	Stearic	$C_{18}H_{36}O_2$	६९°C
भुईमुगाचे तेल	भूमुद्गिक	Arachidic	$C_{20}H_{40}O_2$	७५°C
तीमि (देवमासा) वसा	तिमिक	Behenic	$C_{22}H_{44}O_2$	८४°C
मेंदूतील ओषट	मस्तविक	Lignoseric	$C_{24}H_{48}O_2$	८७°C
			कीनाम्ले[2]	
गाईचे तूप	गविक		$C_{10}H_{18}O_2$	द्रव
गाईचे तूप	धेनविक		$C_{16}H_{30}O_2$	– १°C
ओलीव तेल	ओलिक	Oleic	$C_{18}H_{34}O_2$	१६°C
जवसाचे (आळशीचे) तेल	अतसिक	Linoleic	$C_{18}H_{32}O_2$	६०°C
जवसाचे तेल	आतसिक	Linolenic	$C_{18}H_{30}O_2$	द्रव.

1 Saturated f. a. 2 Unsaturated f. a.

येथे जी इंग्रजी नावे दिली आहेत ती समावेशक जिनसांच्या नावावरून दिली आहेत. तशीच ती प्रथम रूढ झाली आणि अद्यापीही रूढ राहिली आहेत. मराठी नावेही तदनुसारच केली आहेत. अम्लाची रेणुघटना आणि त्यातील अणुघटना कळून आल्यावर **पांक्त** नावे करण्याचा प्रयत्न झालेला आहे. नवीन जी अम्ले कळून येतात त्यांना त्याच रीतीने नावे देण्यात येतात. जुन्यांनाही नवी नावे केलेली आहेत, पण ती आल्याने जुनी नावे गेली नाहीत. बहुधा जुनीच वापरली जातात. नव्या नावातील धोरण असे आहे की, कार्बनाणूंची जी संख्या रेणूत असेल त्या संख्यावाचकास काही प्रत्यय लावून नावे करावी. अजाविकात सहा कार्बनाणू असतात तर त्यास Hexanoic acid म्हणावे. मराठीतही असा संकेत करणे श्रेयस्कर आहे. या अम्लाला षष्ठ केनाम्ल म्हणजे सहावे **केनाम्ल** असे म्हणावे.

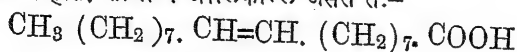
अतृप्त अम्लास **कीनाम्ल** म्हणावे आणि अतृप्तीचे स्थान दाखविणे झाल्यास कीनप्रत्ययामागे त्या स्थानाचा क्रमांक सांगावा. COOH ही लक्षणघटा आहे. तिच्या शेजारचे स्थान दुसरे समजावे. तिच्यातील C चा क्रमांक पहिला.

ओषट द्रव्यामध्ये घृतोलाशी संयुक्त असणाऱ्या
हलिकाम्लांची (मेदसाम्लांची) शेकडेवारी

अम्ल समास	गाय तूप	म्हैसतूप	मानवमेद	जवसतेल	तिळेल	भुईमूगतेल	करडेल	खोबरेल
$C_4H_8O_2$	३·७	४·१						
$C_6H_{12}O_2$	२·०	१·४						
$C_8H_{16}O_2$	१·०	०·९						७·८
$C_{10}H_{20}O_2$	२·६	१·७						७·६
$C_{12}H_{24}O_2$	१·७	२·८	०·५					४४·८
$C_{14}H_{28}O_2$	९·३	१०·१	३·५	०·२				१८·१
$C_{16}H_{32}O_2$	२५·४	३१·१	२५·०	५·४	९·१	८·३	४·२	९·५
$C_{18}H_{36}O_2$	१०·७	११·२	०·७	३·५	४·३	३·१	१·६	२·४
$C_{20}H_{40}O_2$	०·४	०·९	१·२	०·६	०·८	२·४	०·४	
$C_{22}H_{44}O_2$						३·१		
$C_{24}H_{48}O_2$						१·१		
$C_{10}H_{18}O_2$	०·१							
$C_{12}H_{22}O_2$	०·१							
$C_{14}H_{26}O_2$	१·२		०·४					
$C_{16}H_{30}O_2$	५·१		६·४					
$C_{18}H_{34}O_2$	३२·४	३३·२	४५·९	१८·८	४५·४	५६·०	२६·३	८·२
$C_{18}H_{32}O_2$	४·०	२·६	९·६	२४·२	४०·४	२६·०	६७·४	१·५
$C_{18}H_{30}O_2$				४७·३			०·१	

(Industrial fats and waxes–Hilditch 1947.)

मध हे एक मिश्र द्रव्य आहे. त्यात पुष्कळसा अंश द्राक्षजा व फलजा यांचा असतो. तेल तूप यांचे स्वरूप त्याहीपेक्षा अधिक मिश्र असते. तुपामध्ये एकंदर दहापंधरा हलिक (मेदस) द्रव्ये असतात. त्याखेरीज अगदी थोडी इतर द्रव्येही असतात. चरबीत सुद्धा आठ–दहा द्रव्ये असतात. तेलात थोडी कमी, तरी सात आठ असतात. तुपातुपात फरक असतो. चरबी चरबीत फरक असतो. तेलातेलातही फरक असतो. हे फरक घटकांची संख्या आणि गुणोत्तर कमी अधिक असण्यानेच उत्पन्न झालेले असतात. **या ओषटातील हलिक द्रव्ये एकाच कोहोलापासून झालेली** असतात. ते कोहोल म्हणजे **घृतोल** होय. घृतोलाशी संयुक्त असलेली हलिक (मेदस) अम्ले मात्र वेगवेगळी असतात. अशा संयोगाने उत्पन्न होणाऱ्या पाण्याचा उल्लेख सोडून देण्याची वहिवाट आहे. संकलित समासावरून (मेदस) हलिकाम्लांची जी संख्या कळण्यासारखी आहे तिजपेक्षा त्यांची संभाव्यसंख्या पुष्कळच अधिक आहे. एका ओलिकाम्लाचे समघटक[1] भिन्नरचित सोळा असतात. ओषटात इतके भेद सहसा आढळत नाहीत. सामान्य ओलिकाम्ल असते तेः–



$CH_3\ (CH_2)_7.\ CH{=}CH.\ (CH_2)_7.\ COOH$

1 Isomer.

भिन्नरचित समघटक म्हणून विविधता स्वाभाविक ओषटात नसली तरी एका निराळ्या रीतीने **विविधता** थोडीशी आलेली असते ती अशी. एकाच घृतोल रेणूशी दोन किंवा तीन विविध अम्लांशी विक्रिया होऊन विविध हलिके झालेली असतात. एका घृतोलरेणूत तीन OH ऊजघटा असतात आणि हलिकाम्लात मात्र एकच COOH घटा असते. त्यामुळे एका घृतोलरेणूशी एक दोन किंवा तीनही विविध अम्लांची विक्रिया होऊ शकते. एकाच्याच तीन रेणूंची विक्रिया होऊ शकते. परंतु तशा विक्रियेने होणारी हलिके स्वाभाविक ओषटात आढळत नाहीत. दोन किंवा तीन विविधांशीच विक्रिया झालेली आढळते. **स्वाभाविक ओषटांचा** दुसरा एक **विशेष** आढळतो तो असा की, त्यातील संयुक्त असलेल्या **हलिकाम्ल-रेणूत कार्बन–अणूंची संख्या** ४, ६, ८ इत्यादि **सम** असते. ५, ७, अशी विषम नसते.

ओषटात समाविष्ट असणाऱ्या मेदस अम्लात **तृप्त** आणि **अतृप्त** दोनही प्रकारांचा समावेश असतो. मानवी मेदात मोठा भाग अतृप्तांचा असतो. ज्यांच्या रेणूत दहा किंवा कमी कार्बनाणू आहेत अशी अम्ले तुपात असतात. दहाहून अधिक कार्बनाणू ज्यांच्या रेणूत आहेत अशी अम्ले मानवीमेद व तूप यात जवळजवळ सारख्या प्रमाणात असतात. तेलात त्यांचे प्रमाण बरेच कमी असते. एका रेणूत बारा कार्बनाणू असणारे हलिकाम्ल केवळ खोबरेलातच पुष्कळ असते,

इतरात नसते. अतृप्तांपैकी C_{18} वाली तीन अम्ले असतात. त्यातले सर्वात कमी अतृप्त आहे ते मानवी देहात फार असते. तुपात त्याहून कमी असते. सर्वात अधिक अतृप्त अम्ल जवसेलात बरेच असते, करडेलात किंचित् असते. खोबरेल वगळून इतर तेलात अतृप्तांचा भरणा तुपातल्यापेक्षा अधिक असतो.

प्रस्तुत **हलिकद्रव्ये** (ओषटे) पाण्यात विरघळत नाहीत. त्यांची घनता ०·८६ च्या सुमारात असल्यामुळे ती **पाण्यावर तरंगतात**. एकादा ठिपका पुष्कळ पाण्यावर टाकल्यास तो पसरून पापोद्रा बनतो तो एका रेणूच्या जाडीचा असतो. या पसरणीचा परिणाम असा होतो की पृष्ठताण कमी होतो. पेशिकांतर्गत ओषटाच्या बाबतीत ही गोष्ट विशेष उपयुक्त आहे. ओषटे पाण्यात विरघळत नसली तरी कढत कोहोलात विरघळतात. न तापविताही ती पेट्रोलियम ईथर, **क्लोरोफॉर्म**, कार्बन चतुर्हरद,[1] धूपीन,[2] विशेषतः **ईथर, यात विरघळतात.** कोणत्याही मिश्रणातून ओषट वेगळे करावयाचे असल्यास ते ईथराने धुवून घेऊन धुवणातून ईथर उडून जाऊ देऊन खाली राहील ते ओषट असे समजतात. त्यात ओषटाखेरीज इतर द्रव्याचा अंश आला तरी तो अगदी थोडा असतो. पाण्याचा गोठण-बिंदू ०° असतो तोच (त्याचा) बर्फाचा वितळबिंदूही असतो. परंतु **ओषटांचा वितळबिंदू गोठणबिंदूपेक्षा वरचढ असतो.** गो-वसा ३६° स थिजते पण ४९.५ ला वितळते. मनुष्यवसा १०° ला वितळते.

1 Carbon tetrachloride. 2 Benzene.

तूप आणि **तेल यातला मुख्य भेद** हा की सामान्य हवेत तूप स्थायू अवस्थेत असते तर तेल द्रवावस्थेत असते. थंडीच्या दिवसात तेलापैकी खोबरेल गोठते, पण इतर तेले गोठत नाहीत. शरीराला मानवण्याच्या दृष्टीने पाहिले तर आपणाला तुपाच्या खालोखाल खोबरेल तेल चांगले मानवते, इतर तेले तितकी मानवत नाहीत. आपण अन्नामधे इतर तेले अधिक वापरतो त्याचे कारण असे की खोबरेल ताजे मिळणे कठीण पडते आणि ताजे नसले म्हणजे ते खवट असते. खरोखरी पाहिले तर खोबरेल तेल काढणे इतर तेले काढण्यापेक्षा सोपे असते. लहानशा हातघाण्यात एका माणसाला ते सहज काढता येते, तेल काढून चोथा भाजीत टाकला म्हणजे सर्व खोबऱ्याचा उपयोग होऊन ताजे तेल उपयोगास येते. खोबरे खवट होते पण खोबऱ्याच्या तेलाइतके लवकर तसे होत नाही.

अतप्त मेदस अम्लांचा वितळबिंदू तितकेच कार्बनाणू रेणूत असलेल्या तृप्त मेदस अम्लांच्यापेक्षा कमी असतो. हलिकांचेही तसेच आहे. तूप स्थायू असताना तेल द्रव असू शकते. यावरून ही गोष्ट समजून येण्याजोगी आहे. वाहतुकीला द्रवा-

पेक्षा स्थायू पदार्थ अधिक सोयीचा असतो. तेलापेक्षा तूप सोयीचे असते पण थोडे, विशेष नाही. ते सोयीचे आणि पुष्टिकर असूनही त्याची पैदास पुष्कळ कमी आहे. म्हणून गेल्या पन्नास वर्षात तेलापासून तूप करण्याच्या युक्तचा शोधून काढण्याची खटपट पुष्कळ लोकांनी कसून केली. त्या खटपटीचे फळ असे मिळाले की तुपासारखा जिन्नस तेलापासून करता येऊ लागला. त्याचे पुरस्कर्ते तो तुपापेक्षा सरस आहे असे सांगतात. **तेलापासून नकली तूप** इतके चांगले करता येते की, विशेष साधनांनी तपासणी केल्याशिवाय ते नकली आहे हे ओळखता येणार नाही. कणीदार ताजे तूप आणि नकली तूप, रंग चव वास या बाबतीत वेगवेगळी अशी ओळखता येत नाहीत. तथापि नकली माल अन्नदृष्टचा तुपाच्या बरोबरीचा नाही, असे शास्त्रज्ञांचे मत असल्यामुळे अशी बेमालूम नक्कल करण्यास प्रतिबंध आहे. त्याचप्रमाणे त्यास तूप म्हणणेही निषिद्ध आहे.

तेलापासून जे नकली तूप करतात त्यास वनस्पती म्हणतात. ते करण्याचा मुख्य उद्देश तेलापेक्षा स्थायू, वितळबिंदू वरचढ असलेले, ओषट तयार करणे हा असतो. असे ओषट **अधिक टिकाऊ** असते हा एक लाभच आहे. खोबरेल थोड्याच दिवसात खवटते. इतर तेले अधिक टिकाऊ असतात. ती खवटण्यास वर्ष सहा महिने लागतात. वनस्पती असे बिघडत नाही. वनस्पतीमधे आणखी एक गुण असतो तो हा की, त्यात तळलेले जिन्नस खुसखशीत होतात. तथापि त्याच्यात एक दोष आहे तो हा की, तुपाइतके नाहीच पण **तेलाइतके देखील ते शरीरास हितावह नाही.** दमेकरी लोक, किंवा कोणत्याही कारणाने ज्यांची श्वसनेंद्रिये बिघडण्याकडे कल आहे असे लोक, यांना ते मानवत नाही. खोकला पडसे असे काही तरी होऊ लागते. तेलापासून वनस्पती तयार करण्याकरता प्रथमतः ते स्वच्छ करावे लागते. या **संस्काराने** त्यातील **स्थिरोलद्रव्ये काढली जातात**. नंतर स्वच्छ तेलावर उज्जसंस्कार होऊन वनस्पती तयार होते.

निसर्गतः तेलात अतृप्त हलिके असतात. ती उज्ज[१] घेऊन तृप्त होतात. तृप्त हलिकांचा वितळबिंदू अतृप्तांपेक्षा वरचढ असतो. म्हणून एकाच हवेत अतृप्त हलिके द्रव अवस्थेत असली तरी तृप्त हलिके स्थायू अवस्थेत असतात. अतृप्त हलिकांच्या एकेका रेणूत १८,१६,१४ कार्बनाणू असतात. तृप्तांपैकी काही १० पेक्षा अधिक कार्बनाणू असले तरी इतरात बरेच कमी कार्बनाणू असतात. ही हलिके खरोखरी शरीरास हितावह असतात. परंतु ती लवकर बिघडतात. ती असताना उज्जंभरण[२] करावयाचे म्हटले तरी ते होत नाही. म्हणून ती काढून टाकावी लागतात. तृप्त हितावह हलिके बिनटिकाऊ म्हणून काढून टाकून जड तृप्त हलिके

टिकाऊ म्हणून पतकरावी लागतात. खरोखरी हलकी तृप्त हलिके कमी तपमानास वितळणारी असतात तीच अधिक सुपचनीय असतात. शरीरपोषणाच्या दृष्टीने आणखी एक गोष्ट महत्त्वाची आहे ती अशी. जड तृप्त हलिके शरीराला उपयोगी आहेत पण केवळ त्यांनी शरीराचे पोषण व्हावे तसे होत नाही. तृप्ताबरोबर काही अंश अतृप्तांचा असावाच लागतो. ही गोष्ट कळून आल्यामुळे कायद्यानेच अशी अट घातली आहे की, आहार्य म्हणून जे वनस्पती करावयाचे त्यात काही नेमून दिलेला अतृप्तांश असलाच पाहिजे. **उज्जंभरणाकरता तिहेरी हानी** सोसावी लागते. (१) जीवातू स्थिरोल घालविले जाते. (२) तृप्त हलकी हलिके घालविली जातात. (३) हितावह अतृप्त हलिके तृप्त केली जातात. इतकी हानी सोसून स्वच्छ टिकाऊ जिन्नस हाती येतो हा मात्र लाभ होतो खरा.

1 Hydrogen. 2 Hydrogenation.

उज्जंभरणाने टिकाऊ ओषट तयार होते. ते टिकाऊ असते म्हणून त्यावर सर्वांच्या उड्या पडतात. या लोकप्रियतेचे दुसरे एक कारण आहे ते असे की त्याने तळलेले पदार्थ खुसखुशीत होतात. जीवातू नाहीसे होते ते अगदी थोडे असते ते निराळे पैदा करून त्यात मिसळता येते. त्याची हानी भरून काढता येते. ही गोष्ट एकपरी सोपी आहे. अवघड गोष्ट आहे ती ही की त्यात हलकी हलिके आणून भरणे. या हलिकांचा म्हणण्यासारखा उपयोग नाही असे वनस्पतिपुरस्कर्ते सांगतात. परंतु ते विश्वसनीय नाही. **शरीराला लगोलग उपयोग हलक्या हलिकांचाच होतो. जड हलिके मुख्यतः साठवणीच्या उपयोगी असतात.** उज्जंभरणाने आणखी एक अनिष्ट गोष्ट घडते ती अशी. हलिकांच्या अतृप्तीच्याही प्रती आहेत. उज्जंभरण होताना अनेक प्रतीची अतृप्ती असलेली हलिके असली तर त्यात जे अधिक अतृप्त ते अगोदर तृप्त होते. ते संपल्यावर मग कमी अतृप्तात उज्जाचा भरणा होऊ शकतो. वरील कोष्टकात C_{18} ज्यांच्या रेणूत आहे अशी तीन अतृप्त अम्ले दिली आहेत. त्यातील जे मध्यम प्रतीचे आहे तेच शरीराला उत्तम पुष्टी देणारे आहे. परंतु ते असताना वरच्यात उज्जंभरण होऊ शकत नाही. प्रथम कनिष्ठ मग मध्यम मग वरिष्ठ तृप्त होऊ शकते. नेहमीचे या कामी वापरण्याचे तेल भुईमुगाचे. त्यात मध्यम आणि वरिष्ठ या दोन प्रतींची हलिके असतात. मध्यमाच्यापेक्षा वरिष्ठाचे मान अधिक असते. तथापि सर्व मध्यम तृप्ती पावल्याशिवाय वरिष्ठात उज्जंभरण होत नाही. उत्तम भाग गमावणे भाग पडते.

(A Textbook of Biochemistry– Mitchell 1946 P. 63)

भुईमुगाच्या तेलात ५६ टक्के $C_{18}H_{34}O_2$ अष्टदशकीनाम्ल आणि २६ टक्केच $C_{18}H_{32}O_2$ अष्टदशद्विधाकीनाम्ल असते. त्यापैकी द्विधाकीनाम्ल आरोग्य-दृष्टचा उत्तम असते. पण उज्जंभरण करताना ते सर्व तृप्त होऊन $C_{18}H_{36}O_2$ असे अष्टदशकेनाम्ल झाल्याखेरीज उज्ज एकधा कीनाम्लाशी संगत करीतच नाही. उज्जंभरण करणे तर द्विधाकीनाम्लाचेच केले पाहिजे. ते संपल्यावर मग इतरांचे. त्यामुळे **आरोग्यदृष्टचा कमी योग्यतेचे एकधा कीनाम्ल असते तेच पाहिजे तेवढे ठेवता येते.** इतके असून संभृत तेल जे वनस्पती ते तुपापेक्षा अधिक टिकाऊ आणि तुपापेक्षा स्वस्त असल्यामुळे त्याचाच उपयोग हल्ली फार वाढलेला आहे.

तुपाचा एक **विशिष्ट वास** असतो. तो त्यातील कोणत्या हलिकाचा असतो? असा एक प्रश्न येथे उत्पन्न होतो. वर ज्या हलिकांची यादी दिली आहे त्यापैकी चतुष्केनालाच कायतो वास असतो. मग तुपाचा वास कोणत्या द्रव्याचा असतो ? हा प्रश्न शिल्लक राहतोच. त्याचे नेमके उत्तर अलीकडे देता आलेले आहे. ते असे की तो **द्विवार द्विकेनिल** किंवा **द्विकअशीलिक**[1] या द्रव्याचा असतो. या द्रव्यात चार कार्बनाणू असणारे रेणू असतात. तेव्हा ते चतुर्थ केनाम्लापासून उत्पन्न होणे संभवते. आधी उदकसंभेदाने अम्ल मोकळे झाले पाहिजे. मग त्या अम्लापासून ऊर्वणाने हे द्रव्य उत्पन्न होणे संभवते. आपण दुधातील तूप काढण्याकरता प्रथम विरजण लावून दही करतो आणि मग लोणी काढून तूप करतो. विरजण न लावताही तूप वेगळे काढता येते. त्या तुपाला वास वेगळा येतो. असे नेमके वास असणारी द्रव्ये करण्याचे प्रयत्न झाले आहेत पण असे वासाचे द्रव्य मिसळून बेमालूम तुपाची नक्कल करणे निषिद्ध आहे. 1 Diacetyl $CH_3COCOCH_3$. द्विकेनिल Dialkyl. द्विहलिक Diacyl.

गाईच्या **तुपाला पिवळा रंग** असतो, म्हशीच्या तुपाला नसतो. गाईच्या तुपाला येणारा रंग काही अंशी तिच्या चाऱ्यावर अवलंबून असतो. हा **रंग गृंजीनाचा** असतो. म्हशीच्या तुपात गृंजीन नसते, गृंजोल असते. **गृंजोलाचा रंग फार फिका असतो.** ते इतर बिनरंगी द्रव्यात मिसळल्यावर तो नाहीसाच होतो. तेलांना थोडाबहुत वास आणि रंगही असतो. तेलाचा रंग आणि वाससुद्धा हलिकाचा नव्हे. ज्यापासून तेल काढले जाते त्यातील दुसरी व काही द्रव्ये त्याबरोबर पिळून निघतात. त्यांचा तो रंग आणि वास असतो. ते **तेलातले मळच** म्हणावयाचे. ते मळ तरंगणारे, खाली साखळून बसणारे किंवा मध्यंतरी लोंबकळणारे देखील असू शकतात. तेल जाड कापडातून दाबून गाळले असता बहुतेक मळ निघून जाऊन ते स्वच्छ होते. तेलात कढत वाफ सोडली असता

लोंबकळणारे मळ लवकर साखळून तळाशी येतात. म्हणून ते स्वच्छ करण्याकरता वाफेचा उपयोग करतात. विशेष रीतीने तयार केलेला कार्बन[1] तेलात ढवळून काढला असता मळ त्याच्याबरोबर येतात. ही तेल स्वच्छ करण्याची आणखी एक रीत आहे. एका प्रकारची बारीक वाळू[2] असते ती तेलात घुसळून काढावयाची, अशीही आणखी एक तेल साफ करण्याची पद्धती आहे. वाळूला धरून मळ खाली यतो.

1 Activated प्रभावित carbon. 2 Fuller's earth.

तेल किंवा तूप आरंभी नसले तरी कालांतराने खवट[1] होते. तेव्हा त्यास काही दुर्गंधी द्रव्ये उत्पन्न झालेली असतात. ती काढून टाकण्याकरता जे उपाय योजावयाचे ते समजण्याकरता खवटणे ही रासायनिकदृष्टचा कोणती विक्रिया आहे ते समजले पाहिजे. तेल तूप खवटले आहे याचा अर्थ त्याला वाईट वास येऊ लागला आहे असा होतो. रंगात फरक पडतोच असे नाही. ओषट जर एकाद्या तांब्यापितळेच्या भांड्यात ठेवले तर ते खवट होतानाच भांडे हिरवे होते असे दिसते. एरवी काचेच्या भांड्यात ठेवले असता ते भांड्याचा रंगपालट न होताच खवट होते. भांडे कोरडे करून, भोवतालची हवा कोरडी आणि स्वच्छ ठेवून, त्यात ओषट भरले असता ते खवट होत नाही; वर्षानुवर्ष जसेच्या तसेच राहते. यावरून **खवट होण्यामधे हवेतला ओलावा, धूळ आणि स्वतः हवेतले वायू, यांचा संबंध आहे** असे सिद्ध होते. 1 Rancid.

ओषटामधे हलिकांचा भरणा असतो. यातील हलिक हे मेदसाम्ल आणि घृतोल यांच्या संगमाने बनणारे आहे **उदकसंभेदनाने** त्यापासून पुनः मेदसाम्ल व घृतोल निर्माण व्हावीत हे अगदी संभवनीय आहे. तसेच ते किंचित् मानाने होते असे आढळून येते. हवेतल्या बाष्पकाचा हा परिणाम आहे. खवट झालेल्या ओषटातून केवळ तापनाने मेदसाम्ल उडून जाते; अर्थात् जे सुटे झालेले असते ते, संयुक्त असलेले नव्हे. संद्रवणाने म्हणजे उडून गेलेले द्रव्य गार करून द्रवविल्याने ते वेगळे होते. मेदसाम्लाशिवाय त्या ओषटातून दुसरीही काही द्रव्ये वेगळी होतात. त्यात COOH घटा नसते. म्हणून ती अम्ले नव्हत. त्यात CHO किंवा CO अशी घटा असते. म्हणून ती **आहल** किंवा **हलोन द्रव्ये** होत. यांनाच **दुर्गंध** येतो. हा O_2 चा परिणाम असतो. सर्वात साधे आहल द्रव्य **उज्जाहल**[1] HCHO हे आहे. हे वायुरूप असून तो वायू फार झोंबरा असतो. तो पाण्यात विरघळवून ठेवतात. तो कृमिनाशक आहे. त्याच्या योगाने गात्रे कडकडीत होतात. यासाठीच त्याचा वापर जैवप्रयोग-शाळेत होत असतो. सर्वात साधे हलोन CH_3 $COCH_3$ हे

आहे. याला **अशीतोन** म्हणतात. हे द्रव द्रव्य २१° स उकळते. यालाही वास असतो तो प्रखर असतो, पण उज्जाहलासारखा झोंबरा नसतो. त्याला रंग नसतो. या द्रवात बरीच कार्बनी द्रव्ये विरघळतात. उदाहरणार्थ दुग्धजा. ओषट द्रव्ये खवटल्याने निर्माण होणाऱ्या आहल किंवा हलोन द्रव्यात रेणूगणिक अनेक कार्बनाणू असतात. त्यांचे उग्रत्वही त्या मानाने कमी असते.

1 Formalin.

एकंदरीत **खवटण्यामधे दोन प्रमुख विक्रिया** आहेत. एक **उदकसंभेद** आणि दुसरी **ऊर्वण**. हवेचे तपमान कमी अधिक होत असते त्या मानाने या विक्रियांचा वेग कमी अधिक होतो. थंडीत या विक्रियांचा वेग मंद असतो, उन्हाळ्यात मोठा असतो. हवेत धुळीचे कण असतात त्यावर विविध वानुजंतू असतात. त्यांच्या अंगी काही विरजणे असतात. त्या विरजणांपैकी काही एका तर काही दुसऱ्या विक्रियेला उत्तेजन देतात. **तपमान कमी ठेवले** आणि हवा खराब होऊ दिली नाही, किंबहुना **हवेची भांड्यातील ये जा बंदच केली तर त्यातील ओषट खराब होत नाही**, असा अनुभव येतो.

दहाहून कमी कार्बनाणू ज्यांच्या रेणूत आहेत ती हलिके आणि ज्यांच्या रेणूत दहाहून अधिक कार्बनाणू आहेत पण जी अतृप्त आहेत ती खवट होण्याचा संभव इतरांच्या पेक्षा अधिक असतो. ज्यांच्या रेणूत दशाधिक कार्बनाणू आहेत आणि जी तृप्त आहेत ती खवट होण्याचा संभव फार थोडा असतो. '**वनस्पती**'-**ओषटात हलकी हलिके नसतात आणि जड असतात त्यात अतृप्त फारशी नसतात, शिवाय ते स्वच्छ भांड्यात हवाबंदीने भरलेले असते, म्हणून ते टिकाऊ असते.**

भुईमुगाचे तेल जितक्या लवकर खवट होते तितक्या लवकर त्याचे दाणे खवट होत नाहीत. दाणे खवट होतात तितक्या वेळात शेंगा खवट होत नाहीत. दाण्यामध्ये **खवटणारी विक्रिया थांबवणारी विरजणे** असतात आणि शेंगा हवाबंद असतात. त्यामुळे तेलाचे आतल्याआत रक्षण होते. सर्व तेलात खोबरेल लवकर खवटते. खोबरे त्याहून अधिक टिकाऊ आणि नारळ आणखी टिकाऊ असतो. **फळात असणाऱ्या विरजणांचा हा परिणाम** असला पाहिजे.

तांब्यापितळेच्या भांड्यात ओषट ठेवले असता प्रथम त्यातून पाण्याच्या योगाने मेदसाम्ल निर्माण होते. मग त्या अम्लाच्या योगाने धातू कळकते.

तेलाचा खवटपणा घालवण्याकरता रासायनिक उपाय आहे तो हा की ते अल्काच्या विरघळ्याने धुवून काढावयाचे. या उपायाने अम्ल निघून जाते आणि इतर द्रव्ये देखील त्याशी मिळून निघून जातात. मग ते तेल पाण्याने धुवून टाकले

असता अल्काचा अंशही निघून जातो. इतके करूनही वास राहिला तर तो तापवून काढून टाकण्याखेरीज उपाय नसतो. हे तापविणे चांगले १५०° ते २००° पर्यंत करावे लागते. त्याकरता विशेष सामग्रीही पाहिजे. उज्जंभरणाकरता तेल साफ करावयाचे असेल तर या गोष्टी केल्याखेरीज गत्यंतर नसते.

तेल आणि तूप यातील हलिक द्रव्ये ज्या धायकापासून झालेली असतात ते घृतोल हे एकच असते. अम्ले मात्र विविध असतात. आता पोवळ्यातील **मेण** म्हणून ज्या ओषटांना म्हणतात त्यातही हलिकेच असतात. त्यातील अम्लभाग मेदसाम्लांचाच असतो पण धायकभाग भिन्न असतो. तोसुद्धा कोहोलस्वरूपाचाच असतो, परंतु त्या **कोहोलात कार्बनाणूंचा सर असतो त्यात घृतोलापेक्षा पुष्कळ अधिक कार्बनाणू असतात.** मधमाशांच्या पोवळ्यातील मेणात $C_{30}H_{61}OH$ हे कोहोल असते. मेण्यातिमी[1] म्हणून एक देवमासा असतो. त्याच्या कवटीत मेण असते, त्यातील कोहोल $C_{16}H_{33}OH$ असे असते. लोकरीत जे ओषट असते त्यात धायक द्रव्य असते ते पित्तस्थिरोल होय. मनुष्यदेहात देखील रक्तपिलसात १००cc गणिक ८३ ते १६४ mg. पित्तस्थिरोलाशी संयुक्त असलेली हलिके असतात. अधिवृक्क आणि स्विदाग्रपिंड यात अशी द्रव्ये असतात. कानातील मळ म्हणतात तोही अशाच मेणस्वरूपाचा असतो. स्थिरोलद्रव्याचा उल्लेख पूर्वी येऊन गेला आहे.

1 Sperm whale.

शरीरात स्थायी पदार्थ असे थोडेच असतात. अशा स्थायी पदार्थांपैकी एकाकडून दुसऱ्याकडे अनेक द्रव्यांची वाहतूक चालू असते. अशा वाहतुकीकरता वाहन योजलेले असते ते पाणी हे असते. त्या पाण्यात इतर द्रव्ये विरघळून किंवा मिसळून स्थलांतरी नेली जातात. पाण्यात लवणे विरघळतात पण लवणाखेरीज इतर द्रव्ये अन्नात असतात त्यातली विरघळणारी अशी थोडीच असतात. साखर विरघळते पण तूप विरघळत नाही. तूप पाण्यावर टाकले तर त्याचा तवंग तयार होतो. दुधात तुपाचा अंतर्भाव असतो पण त्याचा तवंग नसतो. दुधातही बहुतांश पाण्याचाच असतो. त्यात तुपाचे थेंब इतक्या सफाईने विखरून राहिलेले असतात की ते वेगळे काढण्यास बरेच प्रयास करावे लागतात. **दूध हे तुपाचे पायस[1] असते.** तुपाचे अगदी बारीक थेंब असून त्यांपैकी प्रत्येक **थेंबाभोवती दधीनाचे पापोद्रे** गुरफटलेले असतात. लोण्यातही तूप असते पण त्यात पापोद्रे असतात ते दधीनाचे असले तरी ते पाण्याच्या थेंबाभोवती असतात. तूप एकसंधी असून पाण्याचे थेंब दधीनवेष्टित होऊन वेष्टणे सलग झालेली असतात. दूध हे तुपाचे पायस आणि

लोणीही पाण्याचे पायस असते. साबणाचा पाण्यात फेस बनविला आणि त्यात तेल-तूप टाकले तर तेलातुपाभोवती साबणाची वेष्टणे बनून त्यांचे पायस तयार होते. तेलातुपाचे हे थेंब अतिशय बारीक असतात, नुसत्या डोळ्याला दिसून येण्याइतके ढोबळ नसतात. भिगांच्या साहाय्याने मात्र ते दिसतात. पाण्यात विरघळलेल्या मिठाचे किंवा साखरेचे कण असे दिसत नाहीत. तेलातुपाचे असे मिश्रण गढूळ मात्र दिसते; विरघळल्यासारखे स्वच्छ दिसत नाही. म्हणून त्यास पायस असे निराळे नाव दिले आहे. पयस म्हणजे दूध यावरून पायस हा शब्द केला आहे. दूध हे पायसाचे उत्तम उदाहरण आहे. तेल तूप मेण यांचे पायस होऊनच ते ते द्रव्य रक्तात सामील झालेले असते.

1 Emulsion.

तेल आणि तूप यांची अल्काशी विक्रिया होऊन साबण बनतो. परंतु मेणाचे तसे होत नाही. तथापि **ईथरामधे तेलातुपाप्रमाणेच मेणही विरघळते**. कोणत्याही स्वभावसिद्ध पदार्थावर ईथर घालून निष्कर्ष काढला असता तेलतूप तसे मेणही निष्कर्षात येते. सर्वामिळून ईथरनिष्कृष्ट[1] म्हणतात. ईथर सहज उडवून देता येते. मग त्या निष्कृष्टाचे अल्काबरोबर मिश्रण करून शिजवले असता तेलातुपाचा साबण बनतो.. मेण वेगळे राहते. सामान्य तेलातुपात हा मेणाचा अंश अगदी थोडा असतो. त्यास अ-साबण योग्य[2] (साबणास अयोग्य) भाग म्हणतात. कोणत्याही मिश्रणात अल्क घालून शिजवून मग थंड करून त्याचा ईथरामधे निष्कर्ष काढल्यास साबण बाजूला राहतो, तो ईथरात विरघळत नाही. प्रस्तुत निष्कर्षात हलोन, कार्बनोज्जद द्रव्ये उदा० गूंजीन, भारी कोहोल द्रव्ये आणि स्थिरोल द्रव्ये, यांचा समावेश असतो. मेणात भारी कोहोल द्रव्ये असतात. तेला–तुपात थोडथोडी स्थिरोल द्रव्ये असतात.

1 Ether extract. 2 Unsaponifiable. Saponification साबणीकरण.

पाण्याचे थेंब स्पष्ट दिसतात, पाऊस पडताना दिसतात, थेंब थेंब पाणी ओतताना दिसतात आणि चूळ पिस्कारून टाकताना दिसतात. ते लहान मोठे असतात. तरी त्यातल्या लहानग्या थेंबातसुद्धा पुष्कळसे रेणू असतात हे उघड आहे. पुष्कळसे थेंब एकाद्या आवळ भांड्यात पडले म्हणजे त्याच्या तळाशी स्पष्ट जाडीचा पाण्याचा थर बनतो. याच्या उघड पृष्ठाशी पापोद्रा बनतो. या पापोद्र्यातील रेणू एकमेकाला पृष्ठानुरोधाने एकमेकाकडे ओढतात. परंतु त्या खालचे रेणू त्याला खालीच ओढतात, वर ओढणारा कोणी नसतो. या अतुलित

ओढीस **पृष्ठताण**[१] म्हणतात. हा पृष्ठवर्ती जोर असतो. पाण्यावर ओषटाचा थेंब टाकला तर त्याचा पातळ पापोद्रा बनतो, परंतु अधिक ओषट टाकले तर त्याचे थेंब बनण्याची प्रवृत्ती असते. पाण्यात साबण-विरघळा टाकला तर त्याची या प्रवृत्तीस मदत होऊन प्रत्यक्ष ओषटाचे थेंब बनतात. ओषट व साबण पाण्यात टाकून हिसळले तर हे थेंब बनण्याचे काम लवकर घडून येऊन पायस तयार होते. **साबणाच्या योगाने पाण्याचा पृष्ठताण कमी होतो**. ओषट थेंब पाण्यात घुसण्याला प्रतिबंध कमी होतो, आणि **ओषटाचे थेंब एकत्र जुळण्याला** मात्र **प्रतिबंध होतो**. प्रत्येक थेंबाच्या भोवती साबणाचे कोंडाळे तयार होते. मिठाचा परिणाम उलट होतो. पाण्याचा पृष्ठताण वाढतो. पाण्याचे थेंब एकवटतात, आणि ओषट-थेंबाला वर ढकलतात. खूप दाट मिठाचा विरघळा झाला म्हणजे साबणही गोळा होऊन वर निघतो. सर्व-साधारणपणे लवणाच्या योगाने पृष्ठताण वाढतो, कमी होत नाही. उलट एक OH असलेली कोहोले, आह्ले, हलोने, मेदसाम्ले आणि हलिके यांच्या योगाने पृष्ठताण कमी होतो. या बाबतीत **विशेष प्रभाव पित्तलवणांचा** असतो. त्यांच्यामुळे ओषटाचे पायस तयार होते आणि **पाचकद्रव्यांचा पचनीय द्रव्यांशी चांगला संपर्क** घडून येतो.

1 Surface-tension.

ओषट द्रव्यांचे संयोग इतर द्रव्यांशी होऊन काही महत्त्वाची द्रव्ये बनतात. त्यांना **संयुक्तौषट** म्हणतात. त्यांच्यात दोन प्रकार आहेत, पस्फुरौषट आणि आदुग्धौषट.

पहिला **पस्फुरौषट**.[१]

यातील धायक भागात N आणि अम्लभागात P ही मूलद्रव्ये असतात. याचे पोटप्रकार पाच आहेत ते असे : (१) पित्तौषट,[२] हे पिवळस रंगाचे मेणचट स्थायुद्रव्य असते. याचे रवे होत नाहीत. हवेत उघडे पडले असता यात ऊर्व O_2 चोपला जातो, त्यामुळे रंग काळवंजतो. यात हवेतून पाणीही शोषले जाते. त्यामुळे याचा विनम्र (नमाऊ, प्लास्टिक) गोळा बनतो. साक्षात् पाण्यात टाकले असता पित्तौषटाचा गोळा होऊन तो फुगतो. मग त्याचे एक बुळबुळीत कलिल द्रव तयार होते. कलिल म्हणजे गढूळ. या द्रवाची प्रवृत्ती एकरेणू जाडीचा पापोद्रा बनण्याकडे असते. पेशिकांच्या अंगाचे जे आवरण असते ते अशा पापोद्र्याचे असते. उपोषणाने पेशिकाद्रव्ये खपत जातात तेव्हा शार्कर द्रव्ये, साधी ओषटे आणि प्रोतीनद्रव्येही खपतात, पण पस्फुरौषट द्रव्ये खपत नाहीत. ती जीवितास विशेष अवश्य असतात, असे यावरून म्हणावे लागते.

1 Phospholipid. 2 Lecithin.

उदकसंभेदाने पित्तौषटापासून सरबद्ध अम्ले, घृतोल, पस्फुरिकाम्ल आणि पित्तामोद, अशी द्रव्ये उत्पन्न होतात. पित्तामोद हे अमोदीय NH_4OH याचे

अनुबंधी द्रव्य असते. तीन उज्जाणूंच्या ऐवजी तीन CH_3 आणि चवथ्या उज्जाणूच्या ऐवजी CH_2 CH_2 OH अशी माळका येऊन पित्तामोद तयार होते. ते कोहोलधर्मी असते. पित्तौषटापासून निघणाऱ्या अम्लात तालिक वसिक ओलिक अतसिक, आतसिक, आणि भूमुद्गकीन[1] म्हणजे $C_{20}H_{33}COOH$ इत्यादींचा समावेश असतो. 1 Arachidonic.

(२) उपपित्तौषट[1] हा एक पस्फुरौषटाचा प्रकार आहे. पित्तौषटावरोबरच उपपित्तौषटही पेशिकाद्रव्यात असतें. रसायनदृष्टया त्याच्या घटकात पित्तामोद नसते. परंतु NH_2 ही घटा असते. (३) किंपित्तौषट[2] हा पस्फुरौषटाचा तिसरा प्रकार आहे. हा मेंदूमधे आढळतो. याची रासायनिक घटना नीटपणे समजलेली नाही. यात NH_2 घटा असतात. (४) आपित्तौषट[3] हा चवथा पस्फुरौषटाचा प्रकार मेंदूमधेच आढळतो. यात रंसामोदीन[4] किंवा घृत्यामोदीन[5] अम्ले संयुक्त असलेली आढळतात. (५) संपित्तौषट[6] हा पस्फुरौषटाचा पाचवा प्रकार आहे. चैतनिक गात्रात याचा भरणा विशेष असतो. याच्या उदकसंभेदाने एकादे सरबद्ध अम्ल, पस्फुरिकाम्ल, पित्तामोद आणि संपित्त ही द्रव्ये निष्पन्न होतात. संपित्त हे अमोदीन कोहोल आहे. त्याचा समास असा :



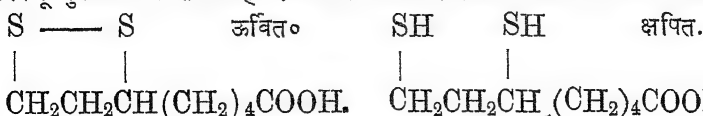
$CH_3(CH_2)_{12}$. CH : CHCHOH. $CHNH_2.CH_2OH$.

1 Cephalin. 2 Plasmalogen. 3 Phoshatidyl serine. 4 Serine. 5 Threonine. 6 Sphingomyelin.

संयुक्तौषटातील दुसरा प्रकार. आदुग्धौषट[1] या ओषटात आदुग्धशर्करा संयुक्त असते म्हणून हे नाव दिले आहे. या ओषटातही अनेक जाती आहेत. त्यांचा आढळ पुष्कळ गात्रात होतो, पण मुख्यतः त्यांचा भरणा मेंदूत असतो. उदकसंभेदाने यापासून आदुग्धशर्करेखेरीज सरबद्ध अम्ल आणि संपित्त निष्पन्न होतात. प्रस्तुत अम्लाच्या रेणूत २२, २३, किंवा २४ C अणू असतात.

1 Cerebroside. Glycolipid. Galactolipid.

संयुक्तौषटात तिसरा एक प्रकार. आहे. तो **गंधकौषट** हा होय. यास गंधकाष्टिक[1] अम्ल आणि ओषटिक[2] अम्ल अशीही नावे आहेत. अष्टकेनाम्ल रेणूत दोन गंधकाणू गुंफल्याने ते तयार होते. त्याची ऊर्वित व क्षपित अशी दोन रूपे असतात.



S —— S ऊर्वित० SH SH क्षपित.

$CH_2CH_2CH(CH_2)_4COOH$. $CH_2CH_2CH(CH_2)_4COOH$

हे यकृत व वृक्क यात आढळते. मेदसाम्लातील एक C चा CO_2 करून वेगळा काढण्यात त्याचा उपयोग होत असतो. (Thorpe p. 139).

1 Thioactic. 2 Lipoic.

प्रकरण ४५

प्रोतीन द्रव्ये

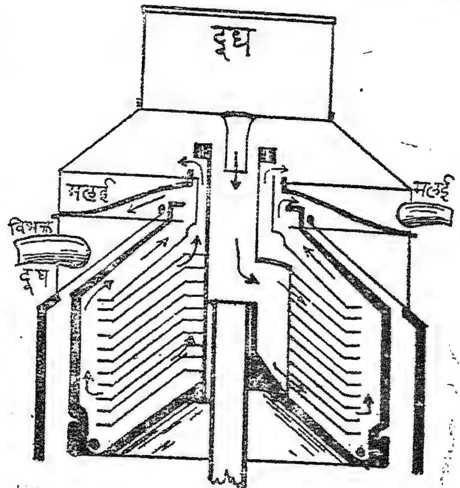
अन्नद्रव्यामध्ये प्रोतीन द्रव्ये प्रमुख आहेत. किंबहुना **प्रोतीन**[1] हा शब्द इंग्रजी भाषेत प्रमुखत्व सुचविणाराच आहे. प्रोत हा संस्कृत शब्द आहे त्याचा अर्थ ओवलेले असा आहे. मयि सर्वमिदं प्रोतम् सूत्रे मणिगणा इव। ७·७. असे गीतावचन आहे. सूत्रात मणी ओवावेत त्याप्रमाणे माझ्यात सर्व काही ओवलेले आहे, असा या वचनाचा अर्थ आहे. प्रोत म्हणजे ओवलेले. ईन प्रत्यय लावून हाच शब्द द्रव्यवाचक केला आहे. ज्यात जीवसूत्र ओवलेले आहे असा त्याचा अर्थ करावयाचा. ओतप्रोत असा शब्द मराठीत रूढ आहे. पुरेपूर असा त्याचा अर्थ आहे. ओत म्हणजे आडवे विणलेले आणि प्रोत म्हणजे उभे विणलेले असा मूळ संस्कृतातील अर्थ आहे. प्रोत यावरून मराठीत पोत असा शब्द झाला आहे. 'कापडाचा पोत', 'भुईचा पोत' असे म्हणतात तेव्हा पोत या शब्दाचा अर्थ विणाई, घटना, असा असतो. शरीरघटकाचे प्रमुख द्रव्य असा येथे प्रोतीन द्रव्य या शब्दाचा अर्थ करावयाचा. शार्कर व ओषट द्रव्यात C, H व O ही तीनच मौले असतात. प्रोतीन द्रव्यात याशिवाय N हे एक मौल[2] असते. **प्रोतीनाचा भारतःसुमारे सोळा टक्के भाग N हे मौल असते.** काही प्रोतीनात आणखीही काही काही मौले असतात. 1 Protein. 2 Element.

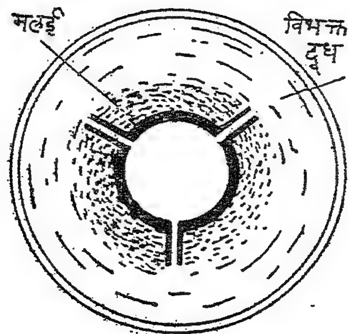
रक्त हा एक गात्रप्रकार आहे. त्यात अनेक प्रोतीने असतात. काही पेशिकात असतात, काही रसभागात असतात. तांबड्यापेशिकांतील लोहीर हे प्रोतीन प्रसिद्ध आहे. नखे, केस हे त्वचेतून उगवणारे अवयव होत. त्यात एक प्रोतीन असते ते कर्चीन[1] होय. कच म्हणजे केस. लाळेत ल्कोचीन[2] (ल्कोचा=थुंकी) जठरातील स्रावात प्रोतलीन[3] इत्यादि अनेक द्रव्ये विरजणे[4] या स्वरूपाची असतात तीही रसायनदृष्ट्या प्रोतीनेच होत. दूध हा स्तनातून पाझरणारा स्राव आहे. त्यात दोन जातीची प्रोतीन द्रव्ये असतात. जे दह्यात उतरते आणि अवक्षेपाने ज्याला चोथा होतो ते दधीन,[5] आणि जे दह्याच्या निवळीत राहते ते दुधीन.[6] दधीनाच्या आतंचनाने म्हणजे आमटण्याने बनणारे म्हणून दह्याला प्राचीन काळी तक्र म्हणत असत. तक्र या शब्दापासूनच ताक हा शब्द झाला आहे.

1 Keratin. 2 Ptylin. 3 Pepsin. 4 Ferments Enzymes. 5 Casein. 6 Lactalbumin

दह्यात जंतू असतात. विरजणातील तोच भाग महत्वाचा असतो. त्या जंतूंच्या अंगी वितंचक द्रव्य असते. जंतू दुधात वाढतात. त्यांच्यातील **वितंचकाच्या योगाने दुधातल्या साखरेचे अम्ल बनते.** त्या अम्लाच्या योगाने दुधात जे दधीन असते ते आक्रसते. या आतंचनाने दही तयार होते. दही फडक्यात बांधून निथळू देतात. शेवटी राखेवर फडके पसरतात. अशारीतीने पुष्कळसे पाणी निघून गेल्याने चक्का तयार होतो. चक्क्यात दधीन असतेच पण आणखी काही द्रव्ये असतात. काही पाणी राहिलेले असते, काही अम्ल राहिलेले असते आणि काही लवणेही राहिलेली असतात.

दुधातील **दधीन वेगळे होऊन निघण्याला अम्लाची आवश्यकता असते.** ताकाचे विरजण लावल्याने दुधातल्या साखरेपासून अम्ल निपजते पण तसे होण्याची वाट पाहण्याची आवश्यकता नाही. दुधात आपण दुसरे एकादे अम्ल घालू शकतो. आंब, लिंबू, चिंच, आमसोल, यांच्या अम्लांचा परिणाम तसा होऊ शकतो. दधीन बाहेर पडल्यानंतर असे अम्ल काढून घेता येणे शक्य नाही. ते पाण्यात विरघळून राहते. द्रव तापवून ते उडवून देऊ गेल्यास ते करपून जाते. हराम्ल[1] HCl हे तरल अम्ल आहे. ते तापवून पाण्यासारखेच उडवून देता येते. त्यामुळे दुधातील दधीन पृथक् करण्याकरता ते फार सोईचे





आ० ४५·१ दूधविभागणी यंत्र. उभा छेद. आडवा छेद

आहे. दुधातील ओषट काढून टाकण्याकरता प्रथम त्याला गिरकावणीत[2] घालून त्यातील मलाई वेगळी करावी. मग उरलेल्या दुधात बरोबरीने पाणी घालावे. अम्लाचा बहुतांश त्यात ओतून झाल्यावर चांगला चोथा झाला नाही तर तो तसा होईपर्यंत थेंब थेंब अम्ल त्यात सोडावे. अम्ल अधिक झाल्याने चोथा पसरू लागतो. तसे होऊ देऊ नये. याप्रमाणे दधीनाचा चोथा तयार झाल्यावर ते दूध गाळणी-कागदावर ओतावे. खाली स्वच्छ द्रव येईल ते गलित बशीत घेऊन वाफेवर आटवावे. अगदी पातळ पांढरी साय वर जमते. गलित निम्मे आटल्यावर ही साय गाळणीवर ओतावी. इतर द्रवही ओतावे. त्यातून येईल ते गलित आणखी आटवीत जावे. होता होता खाली पांढरी साय जमेल आणि द्रव साखरेच्या पाकासारखे दाट आणि किञ्चित् पिवळस रंगाचे होईल. मग आटवणे थांबवावे. साय आली ती एका प्रोतीन द्रव्याचीच आली. त्याचे नाव **दुधीन**.

1 Hydrochloric acid. 2 Centrifuge.

दुधीन पाण्यात विरघळणारे आहे तरी तापविल्याने ते चोथट होते आणि त्याची साय बनते. दुधातील मलाई काढून घेतल्यानंतर ते तापविल्याने साय जमत जाते ती या दुधीन नामक प्रोतीनाची असते. तिच्यात ओषट नसते. या गोष्टीचे प्रत्यंतर पाहणे असल्यास अशा सायीचे दही करून त्यातून लोणी निघते का पहावे. निघणार नाही. दूध तापवून साय काढण्याच्या घरगुती पद्धतीत मलाईच काय पण सबंध दुधाचाच अंश सायीत राहतो. त्यात ओषट असते. खाली दूध राहते, त्यातही ओषट असते. ते नंतरच्या सायीत येणे अटळ असते. परंतु गिरकीयंत्रात घालून मलाई काढल्यानंतर खालच्या दुधात ओषटाचा फार तर शतांश खाली राहतो. तो ध्यानात घेण्यासारखा नाही. अशा दुधावर जी साय येते ती केवळ दुधीनाची असते, म्हटले तरी चालेल. तथापि तिच्यात थोडे दधीन येणे अटळ असते. म्हणून अम्लाने दधीन चोथटून टाकल्यावर दुधीन काढून घेतले तर ते शुद्ध स्वरूपात मिळते. तथापि ते अगदी पहिल्यासारखे मात्र नसते. प्रथमतः ते पाण्यात विरघळलेले असते. **तापवून साय केल्यावर ती पहिल्यासारखी पाण्यात विरघळत नाही. या रूपांतरास स्वभावलोपन**[1] म्हणतात.

1 Denaturation.

दुधीन काढून घेतल्यानंतर जो पांढरा साका राहतो तो बहुतांशी खट-पस्फुरिक या लवणाचा असतो. तो पुरता आटवला असता खाली पिवळस रंगाचा एक बत्ताशासारखा पदार्थ राहतो. गृंजीन इत्यादी द्रव्ये जी दुधात असतात ती आता साखरेबरोबर खाली राहिलेली असतात. या बत्ताशावर आता अशीतोन,[1]

एकिलहलोन, हे द्रव टाकावे. त्यात दुग्धजासाखर विरघळते, इतर द्रव्ये विरघळत नाहीत. विरघळा निराळ्या भांड्यात गाळून घ्यावा. हे भांडे उघडेच ठेवून द्यावे. हळूहळू हलोन उडून जाईल आणि दुग्धजा साखरेचे रवे तयार होऊन खाली राहतील. साखरेपासून अम्ल झाल्याने दुधातले दधीन आळते, दुधीन मात्र आळत नाही, पण ते तापवल्याने आळते. दधीन अम्लाने वेगळे केल्यावर जे शिल्लक राहते त्यास वाजिन[2] असे जुने नाव आहे. **वाजिनात जे प्रोतीन द्रव्य असते तेच दुधीन होय.** 1 Acetone. 2 Whey.

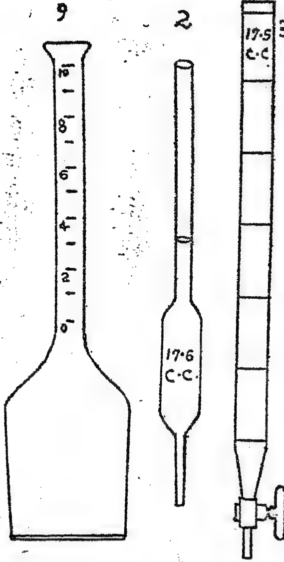
सर्व स्तनी प्राण्यांच्या दुधामध्ये दधीन व दुधीन ही प्रोतीने असतात. त्यांचे गुणोत्तर[1] मात्र वेगवेगळे असते. म्हशीच्या दुधातल्यापेक्षा गायीच्या दुधात दुधीनाचे प्रमाण अधिक असते. मानवी दुधातही ते अधिकच असते. गायीच्या दुधातल्यापेक्षा म्हशीच्या दुधातले दधीन अधिक जाड असते. पोटात गेल्यावर पहिल्याच कोठ्यात हराम्ल असते, त्याच्या योगाने दधीनाच्या गठळ्या बनतात. मग त्या हळूहळू वितंचकांच्या योगाने विरघळून त्यापासून मानवी शरीरास उपयोगी द्रव्ये बनतात. गायीचे दधीन म्हशीच्या दधीनापेक्षा बारीक गोळ्या देण्यारे असल्यामुळे पचनास सोपे असते. दधीनापेक्षा **दुधीन पचनास सोपे** असते. ते पाण्यात विरघळून राहते आणि जरी ते तापविण्याने आळते तरी ते **आळण्याइतके तपमान जठरात नसल्यामुळे तेथे ते आळत नाही. म्हणून त्याच्यावर पाचक द्रव्यांचा परिणाम लवकर होऊ शकतो.** कोंबडीच्या अंड्याच्या पांढऱ्या बलकात प्रोतीन द्रव्य असते ते दुधीनासारखे असते. ते पाण्यात विरघळते पण तापविल्याने आळते. असे असल्यामुळे कढत पाण्याने ते आळते आणि पचनास जड होते. थंड असतानाच ते पचनास सोपे असते. दुधाशी ते समरस होऊ शकते. त्यास अंडपांडुर[2] असे नाव आहे.

1 Ratio. 2 Egg-albumen.

दूध हे अत्यंत महत्त्वाचे अन्न आहे. सर्वात उत्तम अन्न दूध हे एकच आहे, सर्व पशू आणि मानवही आयुष्यारंभी काही दिवस दुधाच्या पोषणानेच वाढत असतात. म्हणून ते संपूर्ण अन्न आहे असे म्हणतात. शर्करा आणि लवणे त्यात विरघळलेली असतात. दोन प्रोतीनांपैकी एक विरघळलेले असते. दुधात ओषट असते त्याचे बारीक बारीक थेंब असतात आणि प्रत्येक थेंबाभोवती दधीन या दुसऱ्या प्रोतीनाचा अगदी पातळसा पापोद्रा गुरफटलेला असतो. असे हे गुंठित थेंब समधातपणे पसरलेले असतात. विरघळ्याप्रमाणे दूध पारदर्शी नसते. गढूळ असते. अशा द्रवास आपण अगोदरच पायस असे म्हटले आहे. येथे **ओषट हे पायसित द्रव्य असून दधीन हे पायसकारी-द्रव्य**[1] असते.

1 Emulsifying agent.

दुधामध्ये दधीनाचे पापोद्रे ओषटाभोवती इतके ठामपणे गुरफटलेले असतात की, ते सहसा त्यावेगळे होत नाहीत. दूध तापविले असता त्याजवर साय येते. त्यात प्रोतीन व ओषट या दोहींचा समावेश असतो. पुष्कळसे पाणी निघून गेल्यावर खवा तयार होतो. मग त्यातले दधीन व दुधीनही करपू लागते तेव्हा कोठे ओषट वेगळे होते, तोपर्यंत नाही. लोण्यासंबंधी अनुभवही असाच येतो. लोणी तापविले असता विरघळते. पाण्याची वाफ होऊ लागते तेव्हा दधीनाचे पापोद्रे फुटतात. दधीन करपून जाते आणि तूप वेगळे होते. तोवर त्यात जलबिंदुका घुसलेल्या असतात. **दुधामधे दधीनाची मिठी ओषटबिंदुकाभोवती अगदी घट्ट** बसत असल्यामुळे परीक्षेकरता दुधातले घृतप्रमाण नेमके मोजून काढणे कठीण आहे. वैज्ञानिकांनी ठरवलेली रीत आहे ती अशी. दाट गंधिकाम्ल घेऊन त्यावर मोजके दूध सोडावयाचे. असे केले असता तुपाभोवतालचे दधीनाचे पापोद्रे करपून जातात. तूप मोकळे होते. या परीक्षेकरता ठराविक कोठ्याची ठराविक आकृतीची कुपी केलेली असते. तिच्यात अम्ल दूध आणि पंचकिल कोहोल[1] मोजून घेऊन कुपी बंद करून गिरकीयंत्रात गिरकावतात. ठराविक वेळाने सर्व तूप मोकळे होऊन तरंगून वर येते. कुपीचा वरचा भाग मोजलेला असून त्यावर टक्केवारी खुणा असतात. त्यावरून लगेच तुपाचे टक्के कळतात.



आ० ४५·२

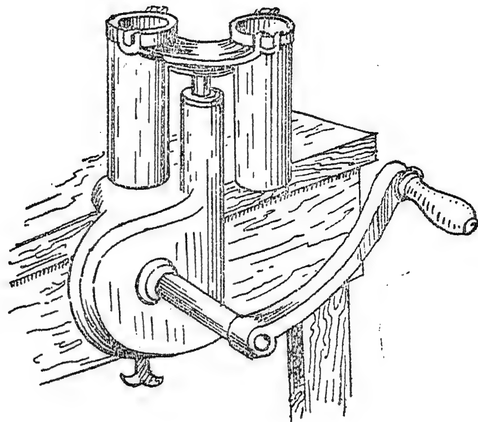
घृतमापन-साधने, कुपी मोजनळ्या.

1 Amyl alcohol.

उसाच्या रसात प्रोतीन द्रव्ये विरघळलेली असतात. रस तापविला म्हणजे त्याचा पापोद्रा बनतो. गूळ करताना प्रथमतः तापत्या रसावरची साय काढून टाकतात. ती या प्रोतीनाची असते. संत्रे, मुसुंबे, द्राक्ष, इत्यादी **फळांच्या रसातही विरघळलेली प्रोतीन द्रव्ये** असतात. ती ते रस तापविले असता आळतात. त्यांचे पापुद्रे किंवा गठळ्या तयार होतात. गार पाण्यात विरघळून राहणाऱ्या आणि तापविल्याने आळणाऱ्या प्रोतीनास पांडुर[1] असे नाव आहे. त्याचे रवे बनविता येतात.

1 Albumin.

तांदूळ गहू बाजरी जोंधळा मका या धान्यात प्रोतीन, तौकीर आणि तूलीर याखेरीज ओषट द्रव्य असते पण ते नसते म्हटले तरी चालेल इतके थोडे असते. याखेरीज भुईमूग करडई तीळ जवस ही गळिताची धान्ये म्हणून प्रसिद्ध आहेत, त्यात तेल पुष्कळ असते. खोबऱ्यातून किंवा इतर तेलबियातून तेल पिळून काढल्यावर पेंड शिल्लक राहते. तिचा काही अंश तूलीराचा असतो, पण पुष्कळसा भाग प्रोतीन द्रव्यांचा असतो. ही प्रोतीन द्रव्ये पाण्यात विरघळणारी नसतात. ओले खोबरे वाटून ते पाण्यात मिसळून पिळून त्याचे दूध तयार करतात. त्यात प्रोतीन बरेच असते. शिवाय थोडीशी साखरही असते. चोथा बाजूला काढतात. त्यात तूलीर आणि तौकिर राहून जाते. नारळाच्या दुधात सुद्धा तेलाचे थेंब असतात. त्यांच्याभोवती प्रोतीनाचेच पापोद्रे गुरफटलेले असतात. एकूण **नारळाचे दूध हेही पायस असते. त्यातील पायसकारी द्रव्य प्रोतीनच असते.**



आ० ४५·३ गिरकावणी.

प्रोतीन द्रव्याचे रेणू शर्करा किंवा ओषट यांच्यापेक्षा पुष्कळच मोठाले असतात. उज्जरेणूचा भार दोन म्हटला तर ऊर्वरेणूचा भार ३२ आणि द्राक्षजा-रेणूचा भार १२×६ + १२ + १६×६ = १८० भरतो, याविषयी मुळीच शंका नाही. C, H, O यांचे आणवभार १२, १, १६ असून द्राक्षजेचा समास $C_6H_{12}O_6$ आहे. त्यावरून ही गणती स्पष्ट होते. घृतोलाचा समास $C_3H_8O_3$ असा आहे. त्यावरून त्याचा रैणवभार[1] ३६ + ८ + ४८ = ९२ असा ध्यानात येतो. ओषटात संयुक्त असणारे $C_{20}H_{40}O_2$ याचा रैणवभार २४० + ४० + ३२ = ३१२ असल्याचे कळून येते. ओषटामध्ये हे अम्ल घृतोलाशी संयुक्त असून हा संयोग जलवर्जनाने घडून येतो. म्हणून त्यावरून सिद्ध होणाऱ्या हलिकाचा रैणवभार ९२ + (३१२×३) − (१८×३) = ९७४ असा ठरतो. एका

घृतोलरेणूत हलिकाम्लाचे तीन रेणू गुंफले जातात आणि तसे होताना पाण्याचे तीन रेणू वेगळे निघतात. म्हणून ३ हा गुणक त्या त्या जागी योजला आहे. वस्तुतः तीन निरनिराळी अम्ले एका घृतोलरेणूत गुंफली जातात म्हणून हा अंक थोडा निराळा येईल. शर्करा किंवा हलिक द्रव्ये यांच्या इतक्या निश्चितपणे तौकीराचा रैणवभार सांगता येत नाही. तरी तो निदान पक्षी $(C_6 H_{10} O_5)n$; n = ३०० ते ४०० म्हणजे ४८६०० ते ६४८०० आहे, यात शंका नाही. दुधीनाचा रैणवभार १२००० ते २५००० असून दधीनाचा ७५००० ते ३७५००० आहे.

1 Molecular weight. रेणुभार Weight of a molecule.

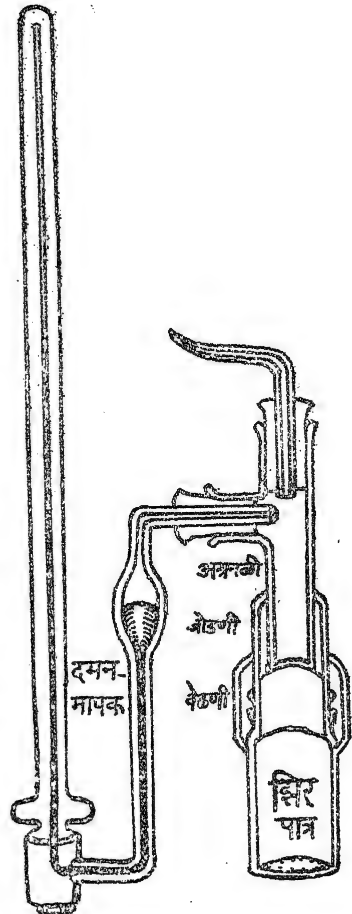
ग्रामरैणव[1]भार म्हणून जो अंक सांगतात तो २२·४ लिटर आकारात बसणाऱ्या वायु-अवस्थेतील वस्तूचा असतो. हा सांगताना एकमान ग्राम हे घेतलेले असते. हा आकार ठरविण्याचे कारण असे की २२·४ लिटरामध्ये उज्जवायू २ ग्राम मावतो. यासमयी तपमान O° आणि दाब (दमन) एक वातांबर[2] म्हणजे ७६० mm Hg असे समजावयाचे, असा संकेत आहे. उज्जाच्या एका रेणूत दोन अणू असतात म्हणून दोन ग्राम उज्जवायू तुलनेकरता घेतला आहे. कोहोलाचा समास $C_2 H_5 OH$ असा सांगतात. त्याचा रैणवभार २४ + ५ + १६ + १ = ४६ ग्राम आहे. याचा अर्थ असा की, वायु-अवस्थेत सांकेतिक तपमान व दमन असताना २२·४ लिटरात ४६ ग्राम कोहोल मावते. घृतिक अम्ल $C_4 H_8 O_2$ आहे. त्याचा रैणवभार ४८ + ८ + ३२ = ८८ आहे. २२·४ लिटरात हे अम्ल ८८ ग्राम मावते. रैणवभारांचे अंक प्रथमतः वायुभारांच्या मोजणीवरून ठरविले गेले.

शर्करा आणि भारी हलिके त्याचप्रमाणे प्रोतीन द्रव्ये वायु-अवस्थेत राहू शकत नाहीत. त्यांचा रैणवभार निराळ्याच रीतींनी ठरवावा लागतो. लोहीर हे रक्तातील प्रोतीन आहे. त्याचे घटक ठरविले आणि त्यांची गुणोत्तरे मोजून काढली म्हणजे त्याचा रासायनिक समास $(C_{712} H_{1130} O_{245} N_{214} S_2 Fe)n$ असा ठरतो. यावरून रैणवभार १६७१०n ठरतो. n=४ असावा असा अन्य रीतीने तर्क होऊ शकतो.

1 Gram molecular weight. 2 Atmosphere, pressure-unit.

शर्करेला वायु–अवस्था येत नाही तरी तिजसारखीच दुसरी एक अवस्था येऊ शकते. ती **विद्रुतावस्था** होय. पाण्यामध्ये साखर विरघळते तेव्हा तिचे रेणू

सुटे सुटे होऊन पाण्याभर पसरतात की नाही ? वायू जसा सर्वगामी आहे तशीच विरघळलेली साखरही विद्रावक पाण्यात सर्वगामीच असते. वायू जसा आडवला म्हणजे दाब देतो तशीच साखर दाब देते असेच म्हणावे लागते. नाही तर ती विरघळतेच कशी ? प्रस्तुत दाब मोजण्याचे काम साधलेले आहे ते असे. विजेरीमध्ये वापरण्याकरता एक झिरपाऊ भांडे केलेले असते. त्यात थोडेसे ताम्रगंधिकाचे विद्रव घालावे. मग ते पालाशलोहोकान्नद $K_4 Fe(CN)_6$ या लवणाच्या विरळ विरघळ्यात बुडवावे. म्हणजे त्याच्या छिद्रात ताम्रलोहोकान्नद $Cu Fe(CN)_6$ याचे पापोद्रे तयार होतात. आता हे भांडे शुद्ध पाण्यात ठेवावे आणि त्याच्या आत एक टक्का साखरेचे विद्रव घालून ते बंद करावे आणि त्याच्या बुचात दाब मापण्याची नळी बसवावी. असे केले असता दिसून येते की, साखर पापुद्र्यातून बाहेर पडू शकत नाही पण पाणी झिरपात्रात घुसू शकते. बाहेरच्या पाण्याच्या पाणसळीपेक्षा अधिक उंचीवर आतले विद्रव राहते. हा दाब आता मोजता येतो. विद्रव बाहेरच्यापेक्षा आत जास्तीत जास्त किती उंचीवर चढते ते पाहता आढळून येते की तपमान २२°C असताना दाब ०.७२१ वातांबर असतो. तपमान ०°C असताना तो ०·६५१ असेल. तो एक वातांबर (७६०° mm) होण्याकरता २२·४ लिटर पाण्यात ३४२·५ ग्राम साखर असावयास पाहिजे असे नियमानुसार ठरते.



आ० ४५·४ तर्षमापक.

२२·४ ÷ (०·६५१ × १००) = ३४२·५. $C_{12}H_{22}O_{11}$ या समासावरून ३४२ हा अंक येतो. ०·५ ही प्रयोगाची कसर असू शकते.

वायूच्या विषयी दुसरी एक गोष्ट विचार करण्यासारखी आहे ती ही की, वायूची जात कोणती का असेना, त्याचा दाब जसजसा वाढवावा तसतसा त्याचा आकार कमी होतो. दमन व आकार ही जोडी व्यस्तप्रमाणात बदलणारी आहे. दुसरी गोष्ट अशी की तपमान वाढविले की, आकारही वाढतो. शतक्रमी तपमानाच्या अंकात २७३ मिळवावे म्हणजे तपांश व आकार यांच्यात समप्रमाणात बदल होतो असे आढळून येते. तपांशाची जी पट करावी तीच आकाराचीही पट होते. यावरून असे अनुमान निघते की **तप, आकार आणि दमन ही सारखी असताना सर्व वायूंच्या रेणूंची संख्या एकसारखी असते**. रेणूंची वेगीय-शक्ती[१] तपांशप्रमाणात असते. आताच जे प्रयोग सांगितले त्यावरून कळून चुकले आहे की, **खुल्या आवारात जसा वायू तसेच विद्रावकात विद्रुत होय**, उदाहरणार्थ पाण्यात साखर विरघळण्याने उत्पन्न होणाऱ्या तर्षणास आता सांगितले ते दोनही नियम लागू पडतात.

प्रस्तुत प्रयोगावरून पुष्कळ बोध घेण्याजोगा आहे. साखरेवर पाणी ओतले म्हणजे पाण्याचे रेणू साखरेच्या रेणूत घुसतात तसेच येथे पाण्याचे रेणू पापोद्र्यापार जाऊन साखर-विरघळ्यात घुसले. या घुसण्याचा जोर किती या गोष्टीचे मापही आपल्याला मिळाले. येथे आपणाला असेही म्हणता येते की साखरेच्या रेणूंनी पाण्याचे रेणू आत ओढून घेतले. त्याना पाण्याची तहान लागलेली होती. त्यांच्या या तृषेचे किंवा **तर्षणाचे माप** झाले. येथे आड आलेला पडदा साखरेच्या रेणूंना अटकाव करी पण पाण्याच्या रेणूंना सोडून देई. येथे आपण साखरेची पाण्याविषयी तहान म्हटले काय किंवा पाण्याची साखरेविषयी तहान म्हटले काय, अर्थ एकच होणार आहे. येथे आपण **तर्षणाचे माप केले ते वायुदमनाच्या मापाप्रमाणेच नेमके निघाले**, ही गोष्ट फार महत्त्वाची आहे. ऊर्व उज्ज इत्यादी वायू आपल्याला दिसत नाहीत, हरवायू दिसतो. पण त्याचे रेणू वेगवेगळे दिसत नाहीत. तरी ते साखरेच्या कणासारखे असले पाहिजेत, असे मानण्यास हरकत नाही. ते रेणू सतत इकडे तिकडे धावत असतात असे मानणेच भाग आहे. वायूचा वायूपणा तेच सांगतो. सर्वतः वाहणे हाच वायूचा म्हणजे वायुरेणूचा स्वभाव. असे असल्यामुळे ते जेथे आडवले जातात तेथे आदळतात आणि दाब किंवा दमन उत्पन्न करतात, असे दिसून येते.

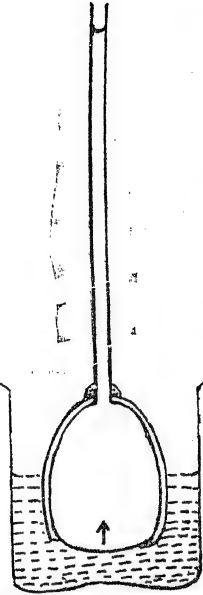
तर्षण Osmosis. तर्षदमन Osmotic pressure.

पाण्यात साखरेच्या ऐवजी साधे मीठ, सोरा, पापडखार, मोरचूद, तुरटी असले कसले तरी **लवण घेतले** किंवा हराम्ल, गंधिकाम्ल, नत्रिकाम्ल, असे एकादे **अम्ल घेतले** किंवा **चुना घेतला** तर अनुभव निराळा येतो. तो असा की **तर्षण अपेक्षेपेक्षा अधिक** येते. या गोष्टीचा उलगडा होऊ शकतो तो असा की, विद्रवातील विद्रुताचे **रेणू फुटून** त्यांची **दले** निर्माण होतात. उदाहरणार्थ NaCl रेणूची Na आणि Cl अशी दोन दले होतात. दले सुटी हिंडत असल्यामुळे द्रवात वावरणाऱ्या व्यक्तींची (विद्रुत घटांची) संख्या दुप्पट होते. विरळ विद्रवामध्ये तर्षण अपेक्षेच्या दुप्पट असल्याचे आढळून येते देखील. काही रेणू अदलित राहून काही विदलित झाले असले म्हणजे तर्षण दुपटीहून कमी पण एकपटीहून अधिक होईल असे अनुमान निघते. दाट विद्रवात असेच आढळते. तर्षणाच्या मापावरून अल्क, अम्ल, किंवा लवण याचा किती अंश विदलित आणि किती अविदलित आहे तेही ठरविता येते.

रेणुदल Ion वीजधारीदल, विदल. विदलन Ionisation.

तर्षण पाहण्याकरता अगदी **साधा प्रयोग** असा. एक कोंबडीचे अंडे घ्यावे. त्याचे बूड काही वेळ हराम्लात ठेवावे. म्हणजे त्याचे चुनाळ कवच झिजून जाते. आतला कार्बनी द्रव्याचा पापोद्रा मात्र शिल्लक राहतो. मग त्या अंड्याच्या बुडासमोर टोकाशी एक भोक पाडावे. त्यात एक काचेची नळी उभी करावी. सभोवार मेण लावून आजूबाजूची फटसापट बंद करावी. आता हे अंडे एका पेल्यात आडणीवर बसवावे. आडणीचा वरचा काठ कवच असलेल्या भागास टेकवावा. पेल्यात शुद्ध पाणी भरावे. हे पाणी आडणीच्या काठापर्यंत असावे. अंड्याच्या बुडास पाणी न अडखळता पोचेल अशी आडणीस सापट असावी. असे केल्यावर पाणी पापोद्र्यातून वर अंड्यात घुसून अंड्यातील रसात मिसळून ते मिश्रण वर चढू लागते. एकाद्या दिवसाच्या अवधीत नळीत ४०, ४५ cm. रस चढल्याचे आढळून येते. हा परिणाम मुख्यत: रसातील लवणांचा असतो. झाडाच्या मुळातून रस वर शेंड्यापर्यंत चढतो तो देखील अशाच तर्षणाने.

प्रोतीनांचे रैणवभार ठरविण्याकरता तर्षणमापनाचा उपयोग होऊ शकत नाही. अगोदर प्रोतीन द्रव्ये पाण्यात फारशी विरघळत नाहीत. त्यांची विरघळण्याची यत्ता थोडीच असते. अशा विरघळण्याचे तर्षण इतके थोडे असते की ते नीटसे मोजताही येत नाही. यावरून एवढे मात्र ध्यानात येते की, त्यांचा रैणवभार फार मोठा असतो. तर्षणाचे एकच मान येण्याकरता कोहोल ४६ ग्राम तर साखर ३४२ ग्राम एकाच मापाच्या पाण्यात विरघळावी लागते. तितकेच



आ० ४५·५ अंड्यातील तर्षण.

तर्षण रक्तप्रोतीनाचे किंवा दुधीनाचे येण्यास ती द्रव्ये हजारो ग्राम विरघळावी लागतील ! तितकी ती विरघळत नाहीत.

दुधीन आणखी काही प्रोतीन द्रव्ये पाण्यात विरघळतात खरी पण त्यांची विद्रवे साखरेच्या विद्रवाहून फार निराळी असतात. त्यांचे सलिल विद्रव खरोखरी बनत नाही, कलिल[1] (गढूळ) बनते. साखरेचे विद्रव गिरकावले असता त्यातली साखर प्रथमतः पाण्यात समधातपणे पसरलेली असते तशीच असते, दुधीनाचे तसे होत नाही. **गिरकावणीत घालून मिनिटाला साधारणपणे ७५००० गिरक्या दिल्या म्हणजे चार सहा तासांनी दुधीन परिसराकडे जमते.** त्याचे कण पहिल्यासारखे समधातपणे पसरून रहात नाहीत. पावसाळा आला म्हणजे नदीचे पाणी गढूळ होते. त्यात माती कालवली जाते. ती विरघळते असे नाही. मातीचा काही भाग चार दोन तासात खाली बसतो. काही भाग चार दिवसात देखील खाली बसत नाही, पाण्यातच लोंबत राहतो. तथापि त्यातल्या त्यात खालच्या पाण्यापेक्षा वरचे पाणी अधिक निवळ होते. जितके कण अधिक बारीक तितका ते खाली बसण्याला वेळ अधिक लागतो. पाणी निवळण्याला किंवा गाळ साखळण्याला लागणाऱ्या वेळावरून कणाच्या वजनाचे माप करता येते. तसे दुधीनादि प्रोतीन द्रव्यांच्या बाबतीत केलेले आहे.

1 Colloid.

अगोदर प्रोतीन शुद्ध करणेच कठीण असते. शुद्ध केल्यावर आता सांगितलेल्या पद्धतीने त्यांचा **साखळण्याचा** (खाली बसण्याचा) **वेग काढावा लागतो. त्यावरून लहान कणांच्या, वजनाचे माप करता येते. त्यावरून त्याचा रैणव भार सांगता येतो.** खरोखरी त्यांचे रेणू विरघळाऊ नाहीतच. **कलिलपणाला जीवनव्यापारात** फार **महत्त्व** आहे. पाण्यामध्ये चिखलाचे कण कलिलरूपानें असतात तेव्हा भिंगाच्या साहाय्याने तें पाण्यावेगळे दिसू शकतात. त्यांची गणती करता येते. कलिलपणामुळे आरपार जाणारा प्रकाश कमी होतो. प्रकाश मोजता येतो. तो किती कमी पडला आहे यावरून त्याच्या कलिलपणाचे म्हणजेच पाणी

आणि कलिल कण यांचे गुणोत्तर कळते. हीच रीत प्रोतीनकणिका मोजण्याकरताही लावता येते. **प्रोतीनकणिका साक्षात् मोजता येत नाहीत. पण त्यातून पलीकडे जाताना प्रकाश किती कमी होतो ते कळते. त्यावरून कणिकासंख्येचा हिशोब करता येतो.** आपणाला पाहिजे असतो तो अंक शर्करादिकांच्या तुलनेनेच पाहिजे असतो तो अशा रीतीने मिळू शकतो.

सांप्रत **सूक्ष्मत्वाच्या तीन प्रती** गणल्या जातात त्या अशा :–

१) प्रसूक्ष्म.[1] नुसत्या डोळ्यांनी दिसत नाहीत पण सूक्ष्मसंदर्शाने दिसतात. यांची जाडी १०० mμ पेक्षा अधिक असते. μ = ०·००१ mm 1 Micron. उदाहरणार्थ रक्तातील आरक्त पेशिका ८·८ μ यातील द्रव कलिल असते.

दुधातील ओषट थेंब २ ते १० μ दूध हे पायस द्रव असते.

२) परिसूक्ष्म.[1] सूक्ष्मसंदर्शाने दिसत नाहीत, अतिसंदर्शाने[2] दिसतात. यांची जाडी १ mμ ते १०० mμ असते. उदाहरणार्थ तौकीरविद्रव. याची जाडी ५ mμ असते.

1 Submicron. 2 Ultra microscope.

३) अतिसूक्ष्म.[1] १ mμ पेक्षा लहान. अतिसंदर्शानेही दिसत नाहीत. उदाहरणार्थ (१) इक्षुजाविद्रव कणिकाविस्तार ०·७ mμ. (२) NaCl विद्रव कणिका ०.२६ mμ. (३) उज्जरेणू ०.१ mμ. 1 Amicron.

अतिसंदर्शातील योजना अशी : दर्शनाच्या दिशेच्या काटकोनात प्रकाशाचा झोत असून त्याच्या मार्गात द्रव ठेवून भिंगांच्या संचातून दृष्टी रोखता येते.

पाण्यात साबण विरघळला म्हणजे पाण्याचा पृष्ठताण कमी होतो. पाणीरेणूंची एकामेकातील ओढ कमी कमी होऊन ओषटाचे थेंब किंवा अन्य द्रव्याचे बारीक कण मधे राहण्यास सवड होते. शरीरातील अन्नकाल्यात **पित्तलवणांचाही** असाच **परिणाम** होतो. अशी द्रव्ये विरघळचात असताना **पायसीकरणास साहाय्य** होते. प्रोतीन विरघळलेले असताना ते यामुळे पचनव्यापारास उपयोगी पडते. पेशिकांच्या अंतरंगात ओषट आणि प्रोतीन यामुळे पृष्ठताण कमी होऊन त्याचे थेंब पेशिकातटाशी जमतात. पाण्याच्या रेणूंची परस्परात ओढ कमी झाल्याने अंतर्गत ओषट व प्रोतीन यांच्या गोळ्या किंवा थेंब बनू शकतात. **अंतर्गत द्रव्याचे रेणू विद्रावक[1] द्रवात त्याच्या सीमेजवळ दाटीने जमत असल्यामुळे दुसरा एक महत्त्वाचा परिणाम होतो त्यास पृष्ठशोषण[2] म्हणतात.** पृष्ठाजवळ जमलेले रेणू अन्य पदार्थास चिकटून राहतात. पचनव्यापारात **पाचक आणि पचनीय यांचा**

चांगला मिलाफ होण्यास पृष्ठशोषण हे विशेष उपयोगी असते. शरीरास पचनोपयोगी विरजणे (वितंचके) असतात ती सर्व प्रोतीन घटनेची असतात. पेशिकावरण बहुधा पृष्ठताणामुळे निर्माण झालेले असते असे मानतात. कृत्रिम कलिल द्रव अतिसंदर्शातून पाहता त्यातील कणिका सैरावैरा हालत आहेत असे दिसते. जिवंत पेशिकाही अशा रीतीने पाहिल्या असता त्यात प्रोतीन कणिकांचे स्वैरचलन[3] दिसून येते.

1 Solvent. 2 Adsorption. 3 Brownian movement.

कलिलांचे विरघळे दोन प्रकारचे संभवतात. एक प्रकार **संधारितांचा** तर दुसरा प्रकार **दुर्धारितांचा.** जिवंतपेशिकातील कलिलद्रव असते ते संधारित[1] असते. त्यातील संधारित कणिका सहसा पाण्यावेगळ्या होत नाहीत. पाण्यात त्यांचे चांगले धारण झालेले असते. पावसाळ्यातील नदीचे पाणी वस्त्रातून गाळूनही गढूळ राहते ते कलिल दुर्धारित[2] असते. संथ ठेवल्यावर दिवसानुदिवस ते निवळ होत जाते, कलिलकणिका खाली बसतात. **दुर्धारित कलिलकणावर वीजोच्चय** असतो. त्यात थोडीशी तुरटी टाकल्याने, तुरटीच्या विरघळ्यातील दलित रेणूमुळे तो नाहीसा होऊन कण लवकरच खाली बसतात. एरवी समधर्मी उच्चय एकमेकापासून दूर राहण्याची वृत्ती असल्यामुळे ते पाण्यातच राहतात. पुनः खाली बसलेले कण खळबळ करून उधळून दिल्याखेरीज पाण्यात पिस्कारत नाहीत. ते पाण्यात पिस्कारलेले असतात तेव्हा दुर्धारित असतात, असे यावरून म्हणावयाचे. विद्रावक पाणी आणि दुर्धारित कणिका यांचा पृष्ठताण आणि अंतर्गत चिकटा (विष्यंदिता[3]) यात विशेष भेद नसतो.

1 Emulsoid. 2 Suspensoid. 3 Viscosity.

तौकीर ऊन पाण्यात विरघळते. हा विरघळा निवल्यावर सुद्धा तौकीर साखळत नाही. ते कित्येक दिवस संधारित राहते. थोडकेसे लवण त्यात टाकून देखील साखा येत नाही; बरेचसे टाकावे तेव्हा येतो. या प्रसंगी प्रथमतः तापनाने तौकीराच्या कणिकांभोवती असलेली तूलीराची आवरणे फुटतात. तौकीर मोकळे होते. आता या **तौकीराच्या रेणूभोवती पाण्याचे पातळ वेष्टण तयार होते. हे पाणी पृष्ठशोषित असते.** वेष्टणात गुंतलेल्या पाण्याच्या रेणूखेरीज राहिलेल्या पाण्यात पुष्कळ मीठ टाकले असता मिठाचा दाट विरघळा तयार होतो. त्याच्या तर्षणाने तौकीर रेणू भोवतीच्या वेष्टणात गुंतलेले पाण्याचे रेणू उसकटून काढले जातात. त्यामुळे तौकीररेणू मोकळे होऊन मग खाली बसतात, एरवी नाही. विरळ विरघळ्याचे तर्षण थोडे असते. तेवढ्याने तौकीररेणूभोवतीचे वेष्टण तुटत

नाही. संधारित रेणूंभोवती पाण्याच्या रेणूंचा बनलेला पापोद्रा संरक्षक ठरतो. तौकीराप्रमाणेच काही प्रोतीनांचेही संधारण होते.

अंड्यातील पांडुर[1] व पिंडूर[2] ही प्रोतीनद्रव्ये संधारित असतात. ती किंचित् अल्कधर्मी पाण्यात विरघळून, विरघळा तापविला असता त्याचा चिकटपणा कमी होतो आणि पृष्ठताण वाढतो. येथे संधारिताचे दुर्धारित झालेले असते. किंचित् लवणाने त्याचा साखा बनतो. किंचित् अम्लधर्मी पाण्यात विरघळा करून उकळला असता प्रोतीन आळते. येथे संधारिताचे दुर्धारित होऊन खाली बसत. प्रथमतः असलेला अल्कधर्मी उच्चय[3] नाहीसा होतो. **अंडप्रोतीन विरळ न करता जसेच्या तसेच तापविले असता आळून त्याची जेली बनते.** संधारिताचे दुर्धारित होते. दुर्धारिताचे पुनः संधारित निवविल्यानेही होत नाही. **विरघळ्यात प्रोतीनाच्या गोळ्या पाण्यात लोंबकळत असतात, तर जेलीमध्ये प्रोतीन सलग असून त्याच्या जाळ्यात पाण्याच्या गोळ्या (बिंदुका) अडकलेल्या असतात.**

1 Albumin. 2 Globulin. 3 Electric charge.

सरस हे द्रव्य हाडे कातडे इ. जिनसापासून कढत पाण्याच्या किंवा वाफेच्या संस्काराने तयार होते त्यात प्रोतीनापासून झालेली अमोदीनाम्ले व प्रोलीन ही द्रव्ये असतात. सरस पाण्यात घालून तापविल्याने चिकट विरघळा तयार होतो. एका टक्क्यापेक्षा अधिक दाट असल्यास हा विरघळा निवल्याने जेली बनते. जेली तापवल्याने पुनः विरघळा बनतो. विरघळा निववून जेली आणि जेली तापवून विरघळा असे अनेकवार होऊ शकते. अशी पुष्कळ परिवर्तने झाल्यावर जेली बिघडते आणि विरघळाही बिघडतो. सरस कायम कडक होऊन जातो. विरघळा जरी २०°C स आळला तरी तापविताना ३०°, ४०° तपमान झाल्याखेरीज जेली वितळत नाही, आणि अनेक परिवर्तने झाल्यानंतर मुळीच न वितळता तापल्याने जळते. **कलिलापासून होणाऱ्या अशा विरघळण्यास संजल[1] आणि जलीस जंजल[2]** अशी नावे आहेत. 1 Sol. 2 Gel.

अगर-अगर (चायना ग्रास) म्हणून एक समुद्रतण आहे. त्याच्या पांढऱ्या स्वच्छ चपट्या काड्या मिळतात. पाण्यात त्याचाही विरघळा आणि जेली किंवा संजल व जंजल होऊ शकते. तापविल्याने संजल आणि निवविल्यावर जंजल अशीच याचीही गोष्ट आहे. संजल हे अर्धवट स्थायू असते. त्याचा थोडा पसरट गोळा किंवा वडी बनते. पाण्याप्रमाणे ते भांड्याच्या चारी बाजूपर्यंत सारखे पाणसळीत पसरत नाही. एकाद्या जंजलात तीस टक्के पाणी असले तरी ते ओले लागत नाही. त्यातील पाणी हाताने पिळून काढताही येत नाही. हवेत उघडे ठेवून

ते पाणी कैकवर्षेपर्यंत उडून जात नाही. तथापि काही युक्तीने ते काढून टाकता येते. शरीरगात्रांचे पुष्कळसे भाग जंजलरूप असतात. उज्जाहल-विद्रव[1] त्यावर ओतून ठेवले असता त्यातील पाणी बाहेर निघते, आणि शरीरभाग कोरडा होतो. आपल्या त्वचेत पाणी पुष्कळ असते तरी ती हवेत कोरडी होत नाही. पेशिकातट जंजलरूप असतात.

1 Formalin.

चांगल्या कडक उन्हात देखील निवडुंग वाळत नाही. त्याच्या पेशिका जंजलरूप असतात. इसबगोल हा एक झाडपाल्यातला जिन्नस आहे. तोही जंजलरूप असतो. तो आपल्यातले पाणी सोडीत नाही, इतकेच नव्हे तर बाहेरचे पाणी घेऊन खूप फुगतो. त्याचा उपयोग रेचक म्हणून होतो. पाण्याने हरभरे वाटाणे किंवा अन्य बिया फुगतात. त्याही अशाच जंजलामुळे. पाणी शोषून घेताना या बियामध्ये फुगण्याचा जोर फार मोठा असतो. करोटीत कोरड्या बिया भरून त्यावर पाणी सोडले असता फुगताना त्या बिया करोटीची हाडे उसकडून टाकतात. डब्यात कोंडून धान्य ओले होऊ दिले असता झाकणावर शेपन्नास शेराचा बोजा सहज उचलला जातो. सरसाच्या वडीत जे पाणी जंजलरूपाने आडवून ठेवले गेलेले असते ते काढून टाकण्याकरता ती वडी १२०°C पर्यंत तरी निदान तापवावी लागते. एरवी ती पाणी सोडीत नाही.

प्रकरण ४६

देहस्थ नत्रसंयुगे

मानवी देहात जी कार्बनी संयुगे असतात त्यात प्रोतीन द्रव्ये विशेष महत्त्वाची आहेत हे मागील प्रकरणी सांगितलेच आहे. त्यांचा आणखी अभ्यास येथे करावयाचा आहे. शार्कर व ओषट ही सुद्धा कार्बनी द्रव्येच होत. पण त्यांत नत्राचा समावेश नसतो, प्रोतीनात असतो. हवेत ऊर्वाच्या चौपट नत्रवायू असतो. सर्व वानसे हवेतील ऊर्व घेऊन आपल्या शरीरास पुष्टी आणतात. नत्रद्रव्य पाहिजे असूनही तो हवेतून घेत नाहीत. वानसांना खतातून नत्रसंयुगे मिळतात आणि प्राण्यांना त्यांच्या खाद्यातून मिळतात. अमोदीय-गंधिक[1] किंवा पालाशनत्रिक[2] ही प्रसिद्ध रासायनिक खते आहेत. अमोद[3] NH_3 हे अगदी साधे नत्रसंयुग आहे. प्राण्यांच्या मलमूत्रातून ते उत्पन्न होते आणि खतात त्याचा समावेश होतो. वानसात प्रोतीन द्रव्ये तयार होतात. ती प्राण्यांना खाद्य म्हणून उपयोगी पडतात. धान्याच्या पिठात प्रोतीन असते आणि गाईम्हशीच्या दुधात प्रोतीन असते. ही प्रोतीन द्रव्ये घेऊन त्यातील **नत्रांश नेमका मोजण्याची रीत** आहे ती अशी. कोरडे पीठ घेऊन गंधिकाम्लाबरोबर तापविले असता अमोदीयगंधिक $(NH_4)_2SO_4$ तयार होते. त्यात अल्क घालून तापविले असता अमोद NH_3 वायुरूपाने निघून येतो. त्यावरून मूळच्या प्रोतीनातील नत्राचे परिमाण समजते. कोणतेही प्रोतीन घेतले तरी त्यात शंभरी १५ ते १७·५ नत्रांश असल्याचे आढळते.

1 Ammonium sulphate. 2 Potassium nitrate.
3 Ammonia.

संरस म्हणजे सरस आणि हराम्लविद्रव एकत्र शिजविले असता एक गोड अम्ल उत्पन्न होते. त्याला संरसामोदीन[1] अम्ल म्हणतात. त्याचे पांक्त नाव द्विकेन अमोदीन अम्ल असे आहे. द्विकेनाम्ल हे अशीतिकाम्ल होय. अमोदातील एक H च्या जागी अशीतिकाम्लातील बहुतांश येऊन ते झालेले आहे असे समासावरून दिसून येते. किंवा असेही म्हटले तरी चालेल की द्विकेनाम्लातील एक H च्या जागी अमोदापैकी NH_2 येऊन ते झालेले असते. अशा अम्लास अमोदीन अम्ल[2] म्हणतात.

1 Glycine. $HCH(NH_2)COOH$ αaminoacetic acid. वितळ बिंदु २३°. 2 Amino acid.

प्रोतीन अल्काबरोबर किंवा अम्लाबरोबर शिजविल्याने त्याचा उदकसंभेद होऊन अमोदीन अम्ले उत्पन्न होतात. अन्नद्रव्यात जी प्रोतीने असतात त्यांच्यापासून मिळणारी अमोदीनाम्ले पुढे दिली आहेत. सरबद्ध अम्लापैकी दोन ते सहा कार्बनाणूंचे सर असणारी अम्ले त्यात असतात. या अम्लांच्या रचनेत NH_2 घटा COOH च्या शेजारच्या C ला लागलेली असते. $-NH_2$ COOH च्या शेजारी सरबद्ध C मधेच गुंतलेली धूपघटा किंवा अन्यघटाही असते. रैणवभारावरून पाहता प्रोतीनाच्या रेणूमध्ये शेकडो अमोदीनाम्ले गुंफलेली असतात असे म्हणावे लागते. प्रत्येक अमोदीनाम्लात एक NH_2 आणि एक COOH घटा असतेच. दोन अमोदीन अम्लरेणू एकत्र येऊन **एकातील** NH_2 **मधील** H आणि **दुसऱ्याच्या** COOH **मधील** OH एकवटून पाणीरूपाने वेगळे होतात. बाकीच्या मोठ्या खंडाची गुंफण होऊन **दुहेरी अमोदीन अम्ल** सिद्ध होते. याला द्विप्रोतव्य[1] म्हणतात. यातही एक NH_2 व एक COOH असतातच. त्यामुळे बहुतांची गुंफण शक्य होते. अशा गुंफणपद्धतीस **प्रोतव्य-गुंफण**[2] म्हणतात.

1 Dipeptide. 2 Peptide–linkage.

अल्काम्लातून OH व H निघून जाऊन लवण तयार होणे यापेक्षा अमोदीन अम्ले एकत्र येऊन त्यांची गुंफण होणे ही गोष्ट निराळी आहे. येथे NH_2 मधील H आणि COOH मधील OH निघून जातो. लवण निर्माण होताना COOH मधील H आणि अल्कातील OH निघून जाऊन पाणी बनत असते. या कामी NH_4OH असे अल्कविद्रव उपयोगी पडेल. त्यातून OH निघेल NH_3 घेतला तर तो सबंध रेणू अम्लरेणूशी मिलाफ पावेल.



$NH_3 + CH_3COOH = NH_4OOCCH_3$. NH_3 धायक आहे.

NH_4OH अल्क आहे.

प्रोतव्य योगाखेरीज आणखी दोन प्रकारे अमोदीन अम्ले गुंफली जातात. एका प्रकारात **गंधकाच्या दोन अणूंनी गुंफण** झालेली असते. R–S–S–R. आणखी एक प्रकार आहे त्यात H च्या द्वारे दोन घटा बांधल्या जातात यात H ला एक जादा बंध उत्पन्न होतो असे मानावे लागते. (Review of Physiological Chemistry, Harper ; page 31).

प्रोतीन द्रव्यांचे रेणू फार मोठाले असतात. काही द्रव्ये पाण्यात विरघळतात, काही ७०% कोहोलात विरघळतात. त्यांचे विरघळे कलिलस्वरूपाचे असतात. काही प्रोतीनद्रव्ये विशिष्ट लवणद्रव्यांच्या विद्रवात विरघळतात. **मुख्यतः विद्रवण गुणावरूनच त्यांचे वर्ग** केलेले आहेत. प्रोतीन द्रव्यांना प्रसंगी अम्लधर्म किंवा

अल्कधर्म धारण करता येतो. त्यामुळे अल्काशी किंवा अम्लाशीही त्यांचा संयोग होतो. अल्काने किंवा अम्लाने विरघळवले असता त्या त्या विद्रवाच्या अल्काम्लतेने त्यांच्या रेणूंच्या दलनात फरक पडतो. रेणुदलन एकाद्या विशिष्ट अल्काम्लतेने सर्वांत कमी होते. या अवस्थेस **समवैजिक[1] अवस्था** म्हणतात. कारण दले वीज-धारक असतात. त्यांचे धनऋणत्व या अवस्थेत समसमान असते. या अवस्थेत प्रोतीन द्रव्याची विष्यंदिता म्हणजे अंतर्गत घसरणगुण (चिकणा), पाणी शोपून फुगण्याचा गुण, तर्षणगुण आणि विशेषतः पायसरूप राहण्याचा गुण, हे सर्व गुण कमालीचे कमी झालेले असतात. अर्थातच त्यांची विद्राव्यता किमान झालेली असते. याच गोष्टीचा उपयोग करून ती एकमेकापासून वेगळी करण्यात येतात. पुष्कळशा प्रोतीनांचे रवे बनू शकतात. अंडपांडुर[2] व घोड्याचे रंसपांडुर[3] यांचे रवे होऊ शकतात.

1 Isoelectric point. 2 Eggalbumen. 3 Horse serum-albumin.

अंडपांडुर पाण्यात विरघळते. त्याच्या विरघळ्यात कोहोल घातले असता त्याचा निपात होतो. लगेच ते वेगळे काढून त्यावर पाणी घातले असता ते पुनः पाण्यात विरघळते. पण अर्धा तासभर किंवा अधिक वेळ ते तसेच राहू देऊन मग वेगळे काढून त्यावर पाणी घातले असता ते विरघळत नाही. त्यात बदल झालेला असतो हे निर्विवाद आहे. या बदललेल्या द्रव्यास अस्वाभाविक प्रोतीन म्हणतात. हाच **स्वभावलोप[1]** विद्रव तापविल्यानेही होतो. नीलातीत किरणांचा मारा, जोराची खळबळ, अल्क किंवा अम्ल यांचा संपर्क, अशानेही प्रोतीनांचा स्वभावलोप होतो. **गारठा आणि समवैजिक अवस्था या गोष्टी स्वभावलोप टाळण्यास अनुकूल असतात.** 1 Denaturation.

पारायणी किरण (क्ष किरण) आणि वीजकसूक्ष्मसंदर्शी[1] या साधनांनी **प्रोतीनांचे रेणू** दिसू शकतात. त्यात अमोदीन अम्ले असतात ती सरळ रांगात मांड-लेली नसतात, तर त्यांच्या **एकाद्या वाटोळ्या जिन्यासारख्या सैल गुंडाळ्या[2]** असतात. कास्थीन कचीन सूत्रीन मांसीन यांचे रेणू **लांब धाग्यासारखे** असतात. त्यांची लांबी रुंदीच्या दसपट किंवा अधिक असते. पांडुर,[3] पिंडूर,[4] द्वीपीन,[5] प्रोततंच,[6] त्रितंच,[7] मक्कलीन,[8] यांचे रेणू **गोट्यासारखे** असतात. ते नेमके गोल नसतात. लांबट गोल किंवा गोटुळे[9] असतात. त्यांची लांबी रुंदीपेक्षा दसपटसुद्धा नसते, बरीच कमी असते. तथापि तापनादी संस्कारांनी त्यांचा स्वभावलोप होतो तेव्हा ते धाग्यासारखे[10] लांबट होतात.

1 Electron microscope. 2 Helices. 3 Albumin. 4 Globulin. 5 Insulin. 6 Pepsin. 7 Trypsin. 8 Zein. 9 Globular. 10 Fibrous.

प्रोतीनाचा उदकसंभेद करण्याकरता अल्क किंवा अम्ल याशीं ते मिश्र करून तापवावे लागते, परंतु **शरीरातील जठराच्या तपमानासच तेथील वितंचकाच्या योगाने उदकसंभेद होतो.** याने क्रमशः कमी कमी रेणवभाराची चार जातींची द्रव्ये उत्पन्न होतात ती अशी :

१) आप्रोतीन.[1] ही द्रव्ये समवैजिक अवस्थेत तापविल्याने आळतात.
    1 Metaprotein.

२) प्रोतीय.[1] ही द्रव्ये पाण्यात विरघळतात, भरघास लवणविद्रवाने साखळतात, तापवून आळत नाहीत.   1 Proteose

३) प्रोतीन्य.[1] ही द्रव्ये पाण्यात विरघळतात, भरघास लवणविद्रवानेही साखळत नाहीत, तापवून आळत नाहीत.   1 Peptone

४) प्रोतव्य.[1] ही द्रव्ये पाण्यात आणि लवणविरघळ्यातही विरघळतात, तापवून आळत नाहीत.   1 Polypeptide

प्रोतीनाच्या पचनाने अंतिम द्रव्ये उत्पन्न होतात ती अमोदीनाम्ले होत. ती सर्व पाण्यात विरघळणारी असतात. त्या सर्वात हलके संरसामोदीन अम्ल. त्यांचे चांगले रवे बनतात ते २३०° स वितळतात. प्रत्येक अमोदीनाम्लात एक धायकधर्मी --णि एक अम्लधर्मी घटा असतेच. तरी एकंदर द्रव्य धायकतेने किंवा अम्लतेने अधिक असू शकते. काही अमोदीन अम्ले नकारिक सुद्धा आहेत. म्हणून या ते नकारिक, अम्लधर्मी आणि धायकधर्मी असे तीन वर्ग करतात. अन्नात त अमोदीनाम्ले आढळून आली आहेत. त्यातील तेरा नकारिक, दोन अम्लधर्मी । चार धायकधर्मी आणखी दोन तत्सदृश आहेत. नकारिकात एकेकच अम्लघटा असते, परंतु अम्लधर्मी असतात त्यात दोन दोन अम्लधर्मी घटा असतात.

नकारिक अमोदीन अम्ले (वस्तुतः उभयधर्मी Amphoteric)

१) संरसामोदीनाम्ल– हे संरसापासून मिळते संरस = सरस



Glycine

२) अंशुकामोदीनाम्ल हे अंशुकापासून मिळते. अंशुक = रेशीम.



Alanine

३) रंसामोदीनाम्ल– हे रंसापासून मिळते.
रंस = रक्त आळल्यानंतर वरची निवळ. Serum.
$HO \cdot CH_2 \cdot CH(NH_2) \cdot COOH$
Serine

४) गंजरंसामोदीनाम्ल– हे कचीनापासून मिळते. गं = गंधक. ज = उज्ज.
$HS \cdot CH_2CH(NH_2)COOH$ कच = केश. Cysteine

५) गं–रंसामोदीनाम्ल– कचीनापासून मिळते.
$(S \cdot CH_2 \cdot CH(NH_2) \cdot COOH)_2$
Dicysteine (Cystine)

६) घृत्यामोदीनाम्ल– हे लोण्यापासून मिळते. घृत्य = लोणी.
$CH_3 \cdot (HO)CH \cdot CH(NH_2) \cdot COOH$
Threonine ⊙

७) गंधघृत्यामोदीनाम्ल–
$CH_3S \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH(NH_2) \cdot COOH$
Methionine ⊙

८) वलारामोदीनाम्ल– वलार हे एक वानस आहे.
$(CH_3)_2 \cdot CH \cdot CH(NH_2) \cdot COOH$
Valine ⊙

९) लसामोदीनाम्ल– हे लसेपासून मिळते.
$(CH_3)_2 \cdot CH \cdot CH_2 \cdot CH(NH_2) \cdot COOH$
Leucine ⊙

१०) प्रतिलसामोदीनाम्ल–
$(C_2H_5)(CH_3) \cdot CH \cdot CH(NH_2) \cdot COOH$
Isoleucine ⊙

११) धूपांशुकामोदीनाम्ल–
$C_6H_5 \cdot CH_2 \cdot CH(NH_2) \cdot COOH$
Phenylalanine ⊙

१२) दधिजामोदीनाम्ल– हे दह्यापासून मिळते.
$C_6H_4(OH) \cdot CH_2 \cdot CH(NH_2) \cdot COOH$
Tyrosine

१३) दधिजन्यामोदीनाम्ल–
$C_8H_6N \cdot CH_2 \cdot CH(NH_2) \cdot COOH$
Tryptophan ⊙

अम्लधर्मी अमोदीनाम्ले

१) ऐक्षवामोदीनाम्ल— हे उसाच्या रसातून मिळते.



$HOOC \cdot CH_2 \cdot CH(NH_2) \cdot COOH$

Aspartic aci

२) गोधूमिकामोदीनाम्ल— धान्यापासून मिळते.



$HOOC \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH(NH_2) \cdot COOH$

Glutamic aci

धायकधर्मी[1] अमोदीनाम्ले (1 Basic)

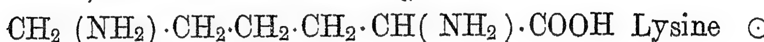
१) अतिवलारिकामोदीनाम्ल हे मत्स्यापासून मिळते.



$HN : C(NH_2)NH \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH(NH_2)COOH$

Arginine

२) दध्यामोदीनाम्ल— हे दधीनापासून मिळते.



$CH_2(NH_2) \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH(NH_2) \cdot COOH$ Lysine

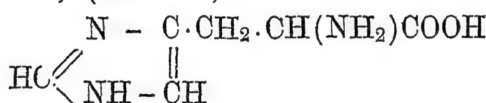
३) ऊजदध्यामोदीनाम्ल—



$CH_2(NH_2) \cdot CH(OH) \cdot CH_2CH_2 \cdot CH(NH_2)\ COOH$

Hydroxylysin

४) (ऊत्यामोदीन). गात्रामोदीन—



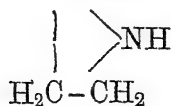
Histidine

उप–अमोदीनाम्ले दोन आहेत ती अशी:—

१) प्रोलीन



$H_2C{-}CH \cdot COOH$



Prolin

२) ऊजप्रोलीन-



$H_2C — CH \cdot COOH$



Hydroxy prolin

ज्यांच्या नावापुढे ⊙ ही खूण आहे ती **अमोदीनाम्ले अन्नातून मिळणे मानवी जीवितास अवश्य** आहेत आणि ज्यांच्या नावापुढे ⊗ ही खूण आहे त्यांची अशासंबंधी आवश्यकता संशयित आहे असे समजावे. अशी आवश्यकता आहे की नाही हे उंदरावर केलेल्या प्रयोगावरून सांगितलेले आहे. माणसावर अशा रीतीने प्रयोग करणे अत्यंत खर्चाचे असल्यामुळे अशक्यप्राय आहे. शुद्ध केलेलीच अमोदीन अम्ले मोजून आहारात घेणे, असे या प्रयोगात करावयाचे असते. प्रस्तुत अम्ले शुद्ध स्वरूपात मिळविणे हीच गोष्ट फार कठीण असते. उंदराचा आहार लहान आणि परिणाम त्वरित असल्यामुळे त्यावरील प्रयोग शक्य कोटीत असतात.

प्रोतीन द्रव्यांचे दोन मोठाले वर्ग करतात, एक केवल प्रोतीन व दुसरा संयुक्त प्रोतीन. प्रत्येकात अनेक प्रकार आहेत. **केवल प्रोतीनाचे प्रकार:–**

(१) पंडुर[1] हे पाण्यात विरघळते. याच्या घटकात अमोदीनाम्लापैकी आठापेक्षा अधिक अम्ले नसतात. त्यातही हारबद्ध अम्ल नसते. त्यात अतिवलारिक या धायक अमोदीनाम्लाचा बराच भरणा असतो. त्यामुळे ते प्रबल धायक असून हवेतील CO_2 कीद्व शोषून घेते. त्यात P किंवा S यांचा समावेश नसतो. याचा भरणा प्राकलात असतो.

(२) उपपांडुर[2]. हे पाण्यांत विरघळते पण अमोदविद्रवात विरघळत नाही. यात अमोदीनाम्ले अष्टाधिक असतात. रक्ताच्या रंगीत प्रोतीनातील प्रोतीनभाग उपपांडुर असून त्यात हितामोदीन व दध्यामोदीनाम्ल यांचा भरणा विशेष असतो.

1 Protamine. 2 Histone.

(३) पांडुर[1] व पिंडूर[2]. दोनही विरळ लवणविद्रवात विरघळतात. पण निवळ पाण्यात पांडुर विरघळते, पिंडूर विरघळत नाही. दोनही तापविल्याने सुमारे ७५° C स आळतात. या दोहीत बरीच अमोदीनाम्ले असतात. त्यात बाहुल्य कोणाचेच नसते. त्यात विशेष अल्कत्व किंवा अम्लत्वही नसते. या दोनही प्रकारची द्रव्ये रंस, मांस, दूध, अंड्याचा बलक यात असतात, तशीच ती इतर वानसांगातही असतात. 1 Albumin. 2 Globulin.

(४) चिक्कलीन[1] व गोधूमलीन.[2] ही पाण्यात विरघळत नाहीत, तथापि अल्क किंवा अम्ल यात विरघळतात. ५० ते ७० % कोहोलात मात्र चिक्कलीन विरघळते, गोधूमलीन विरघळत नाही. चिक्कलीन व थोडेसे पाणी यांचा चिकट गोळा बनतो. धान्याच्या पिठात चिकट द्रव्य असते ते हेच होय. धान्यात दोनही द्रव्ये असतात. या दोनही प्रोतीनात गोधूमिक अम्लाचा भरणा विशेष असतो. त्यात प्रोलीनाचा भरणा सुद्धा बराच असतो. त्यावरून त्यांना प्रोलीनवंत[3] म्हणतात.

1 Gliadin. 2 Glutelin. 3 Prolamin.

(५) खर प्रोतीन[१] (आपांडुर[२]). ही द्रव्ये पाण्यात आणि लवणविद्रवातही विरघळत नाहीत. ही समन्वयी गात्रांच्या पेशिकाबाह्य भागात असतात. पांढरे सूत्रल गात्र अस्थि-कास्थी व दंत यात एक खर-प्रोतीन असते त्यापासून वाफेच्या संस्काराने सरस निघतो म्हणून त्यास उपसंरस[३] असे नाव योजिले आहे. संरस म्हणजे सरस, उपसंरस हे संरसाचे केवळ वास्तव रूपांतर असते. अस्थि व कास्थी यात इतर प्रोतीन द्रव्ये असतातच. चिवट समन्वयी गात्रात आणि केशात खरप्रोतीने असतात त्यांना आततीन[४] व कचीन[५] अशी नावे दिली आहेत. कच म्हणजे केश.

1 Scleroprotein. 2 Albuminoid. 3 Collagen.
4 Elastin. 5 Keratin.

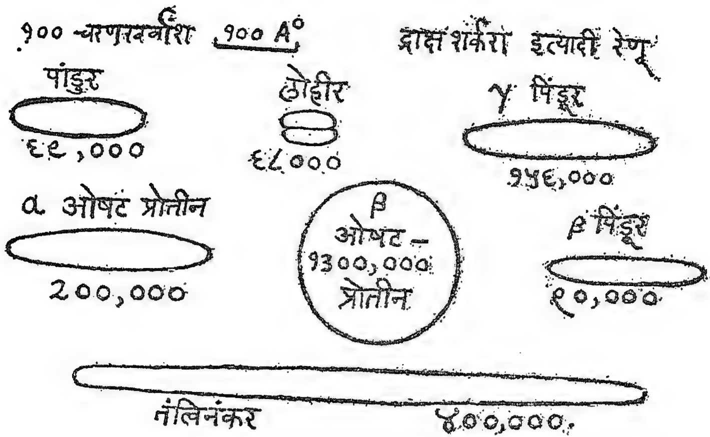
संयुक्त प्रोतीनात प्रोतीनाशी अप्रोतीन घटा संयुक्त असते तिला **उपरीघटा**[१] म्हणतात. **संयुक्त प्रोतीनाचे प्रकार**:–

१) पस्फुर प्रोतीन.[२] यात पस्फुरिकाम्ल संयुक्त असते, पण प्राम्ल[३] नसते. पूर्वदधीन[४] हे त्याचे प्रमुख उदाहरण आहे. ही द्रव्ये थंड असताना पाणी आणि विरळ अम्ल यात किंचित् विरघळतात. तथापि विरळ अल्कात बरीच विरघळतात.

1 Prosthetic group. उपरिष्ट. 2 Phosphoprotein.
3 Nucleic acid. 4 Caseinogen.

२) कफप्रोतीन.[१] यात शार्कर द्रव्य संयुक्त असते पण प्राम्ल नसते. याचेही दोन उपप्रकार आहेत. एक कफीन[२] व दुसरा आकफीन[३]. कफीन पाण्यात विरघळते. तो विरघळा चिकट असतो. विरघळ्यात अशीतिकाम्ल घातल्याने त्याचे चिकट धागे तयार होतात. आकफीन पाण्यात विरघळते. तो विरघळा चिकट नसतो. त्यात कोहोल घातल्याने त्याची भुकटी होऊन खाली बसते. अशीतिकाम्लाने ते पाण्यावेगळे होत नाही. आधारगात्रामधील कोंदण आकफीनाचे असते. कफीन व आकफीन दोनही विरळ अल्कात विरघळतात. कफीन द्रव्ये लाळ व कफास्तर यात असतात. 1 Mucoprotein. 2 Mucin. 3 Mucoid.

३) रंजप्रोतीन.[१] यातील उपरीघटा रंगीत असते. रक्तातील लोहीर[२] हे याचे उत्तम उदाहरण आहे. लोहयुक्त हीम[३] आणि पिंडीर[४] असा हा जोड असतो. लोहीराचा ९५ % भाग पिंडीर असते. हे विशेष प्रकारचे उपपांडुर असते. पिंडीर हे प्रबल अल्कधर्मी असते. अल्काच्या किंवा अम्लाच्या योगाने लोहीरापासून हीमोज[५] तयार होते. हीम यात ऊज OH मिळाल्याने हीमोज तयार होते. हीमोजापासून HCl च्या योगाने हीमीन[६] नामक द्रव्य मिळते. याचे पिंगट रंगाचे रवे मिळतात. हीमीनापासून अल्क व उज्ज यांच्या योगाने हीम मिळते. हीम पाण्यात विरघळत नाही, पण विरळ अल्कात विरघळते. हीमातील लोहाची धारणा[७] दोन असते ती हीमीनात तीन असते. लोहीरातील हीमस्थ लोह ऊर्व O घेण्यास तयार असते.



आ० ४६ · १ रेणूंचे आकार आणि भार. सर्व द्रव्ये रक्तप्रोतीन आहेत.

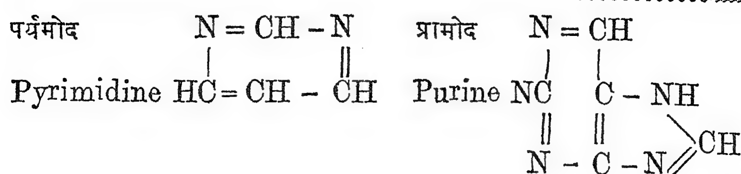
म्हणून त्याचा श्वसनाच्या कामी उपयोग होऊ शकतो. लोहीर पाण्यात चांगले विरघळते. ते अल्कधर्मी असते.

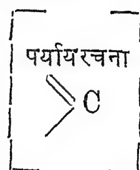
1 Chromoprotein. 2 Haemoglobin ($C_{712}H_{1130}O_{245}N_{214}S_2Fe)_4$. 3 Haem $C_{34}H_{32}O_4N_4Fe$. 4 Globin. 5 Haematin $C_{34}H_{32}O_4N_4Fe$ OH. 6 Haemin. $C_{34}H_{32}O_4N_4Fe$ Cl. 7 Valence.

४) ओषटप्रोतीन.[1] हे द्रव्य ओषट व प्रोतीन यांच्या संयोगाने बनलेले असते. सामान्यतः पेशिकांची अंगभूत आवरणे ओषटप्रोतीन असतात. मेंदूत पित्तौषट प्रोतीनसंयुक्त असते. त्यापैकी काहींची विरघळण्याची वृत्ती ओषटाप्रमाणे तर काहींची प्रोतीनाप्रमाणे असते. 1 Lipoprotein

५) प्राम्लप्रोतीन.[1] मुख्यतः पेशिकांच्या प्रकलात आणि अल्पतः प्राकलातही काही प्रोतीनद्रव्ये असतात. त्यात पंडुर किंवा उपपांडुर अशा केवलप्रोतीनाशी प्राम्ल[2] संयुक्त असते. प्राम्लात प्रामोद किंवा पर्यमोद यांशी पंचजा शर्करा (शर्करी) संयुक्त असून आणखी पस्फुरिकाम्लाचाही संयोग झालेला असतो. पर्यमोद[3] आणि प्रामोद[4] हे प्राम्लातील बीजभूत सांगाडे समजले जातात. पर्यमोदावर रचलेली चार आणि प्रामोदावर रचलेली दोन द्रव्ये प्राम्लात आढळतात.

1 Nucleoprotein. 2 Nucleic acid. 3 Pyrimidine. 4 Purine.





यावर रचलेली सहा द्रव्ये अशीः—

१) समामोद Cytosine HN–(C:O)N व्यानुजीवाखेरीज सर्व जीवात असते.

HC = CH–CNH_2 (व्यानु = Virus)

२) विषमामोद 5 methyl cytosine HN – (C:O) – N

HC = C (CH_3).CNH_2

३) उपामोद Uracil HN – (C:O) – NH सर्वं री प्राम्लात असते.

HC = CH – C = O

४) व्युपामोद Thymine HN – (C:O) – NH सर्व ही प्राम्लात असते.

HC = C (CH_3)–C = O

५) अधिप्रामोद Adenine N=CNH_2

HC C – NH

N – C–N ⟩ CH

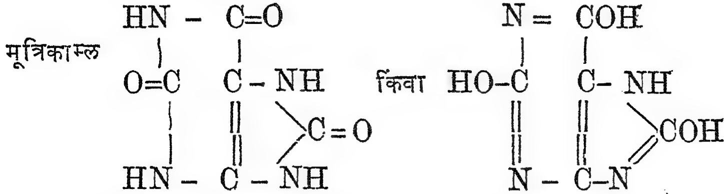
६) गुरुप्रामोद Guanine HN–C=O सर्व प्राम्लात असताल.

H_2NC C – NH

N–C–N ⟩ CH

ही साही द्रव्ये धायकधर्मी असतात. प्राम्लापासून जो मल शरीरात उत्पन्न होऊन मूत्रात बाहेर पडतो त्यास मूत्रिकाम्ल[1] म्हणतात. ते किंचित् अम्लधर्मी असते. त्याचे अम्लत्व अशीतिकाम्लापेक्षा कमी पण कार्बनिकाम्लापेक्षा अधिक असते.

1 Uric acid.



अधिप्रामोदाचा पंचजाशर्करेशी संयोग होऊन संयुग तयार होते त्याचे नाव **शाधिप्रामोद.**[1] या संयुगाचा पस्फुरिकाम्लाशी संयोग होऊन दोन संयुगे बनतात. एकात शाधिप्रामोदाच्या एका रेणूशी पस्फुरिकाम्लाचे दोन रेणू आणि दुसऱ्यात तीन रेणू संयोग पावतात. संकलित संयुगांची नावे अशी :– शाधिप्रामोद द्विपस्फुरिक[2] आणि शाधिप्रामोदत्रिपस्फुरिक[3] या नावांचे संक्षेप असे :– शाधिप्राद्विप आणि शाधिप्रात्रिप. A. D. P; A. T. P.

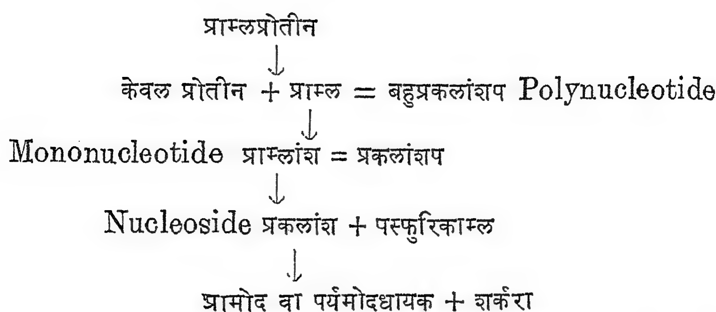
1 Adenosine. 2 Adenosine diphosphate. 3 Adenosine triphosphate.

ही द्रव्ये मांसात असतात. त्यांचा मांसकार्यात विशेष उपयोग असतो. शर्करीयक्त प्राम्ल आणि हीनोर्व (शर्क) रीयुक्त प्राम्ल ही दोन द्रव्ये प्राकलात आढळतात. त्यांना री-प्राम्ल[1] आणि ही-प्राम्ल[2] अशी संक्षिप्त नावे आहेत. री प्राम्लात उपामोद आणि ही प्राम्लात व्युपामोद ही द्रव्ये आढळतात.

1 Ribonucleic acid R. N. A.

2 Deoxyribonucleic acid D. N. A.

प्राम्लप्रोतीनाचा उदकसंभेद अम्लाच्या योगाने घडवून आणता येतो. या करता तपमान थोडेसे वाढवावे लागते. परंतु **शरीरामध्ये तपमान न वाढता वितंचकांच्या योगाने याच विक्रिया चार टप्प्यात घडून येतात.** पहिल्या टप्प्यात पंडुर किंवा उपपांडुर आणि प्राम्ल असे दोन भाग होतात. दुसऱ्या टप्प्यात प्राम्लाची शकले होतात. त्यास आपण प्राम्लांश म्हणावे. तिसऱ्या टप्प्यात त्यापासून प्रकलांश आणि पस्फुरिकाम्ल असे दोन भाग होतात. चवथ्या टप्प्यात प्रकलांशापासून शर्करा आणि प्रामोद किंवा प्रर्यमोद असे एकादे धायक द्रव्य निर्माण होते. प्रकलांशात पस्फुरिकांश मिळून प्राम्लांश झालेला असतो. म्हणून त्याला प्रकलांशप म्हणता येईल. स्वतः प्राम्ल हे बहुप्रकलांशप असते हे उघडच आहे.



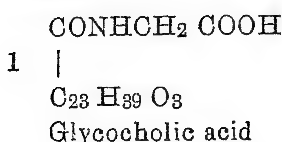
अन्नातील नत्रसंयुगापासून अमोदीनाम्ले होऊन रक्तात झिरपल्यानंतर त्यांपासून निरनिराळ्या इंद्रियात कार्यपरत्वे वेगवेगळी नत्रसंयुगे उत्पन्न होतात. त्यांपैकी थोडीशी येथे सांगण्यासारखी आहेत, ती अशी :-

(१) **पित्तामोद**[१] हे एक नत्रसंयुग अमोदीनाम्लांच्या घडामोडीत विशेष उपयोगी पडणारे आहे. अशीतिल-पित्तामोद[२] हे तद्भव द्रव्य चेतनीतून मांसात चेतना जाताना त्यांच्या सांध्यात उत्पन्न होते.

1 Choline $(CH_3)_3 N(OH) CH_2 CH_2 OH$

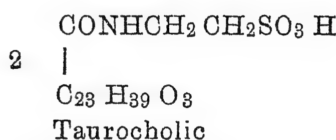
2 Acetyl Choline $(CH_3)_3 N(OH) CH_2 CH_2 O COCH_3$

(२) संरसपित्तिकाम्ल किंवा नरपित्तिकाम्ल[१] आणि वृषपित्तिकाम्ल[२] ही पित्तात असतात.



1 $CONHCH_2 COOH$ | $C_{23} H_{39} O_3$

Glycocholic acid

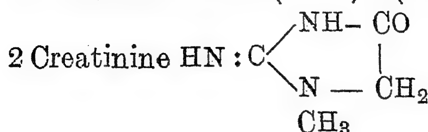


2 $CONHCH_2 CH_2SO_3 H$ | $C_{23} H_{39} O_3$

Taurocholic

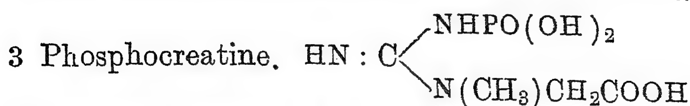
(३) क्रवितीन[१], क्रवितिनीन[२] मूत्रात आढळतात आणि पस्फुरक्रवितिनीन[३] मांसात असते.

1 Creatine $HN : C (NH_2) N (CH_3) CH_2 COOH$

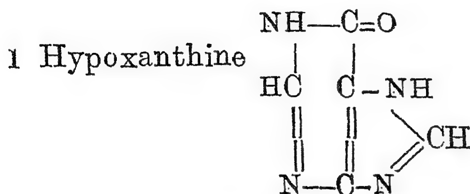


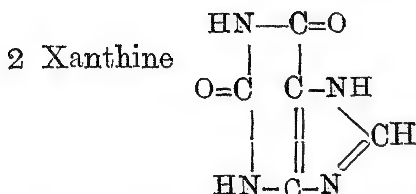
2 Creatinine HN : C<(NH– CO)(N — CH₂ with N–CH₃), i.e. CO and CH_2 joined in the ring

$$HN:C\begin{cases} NH - CO \\ N(CH_3) - CH_2 \end{cases}$$

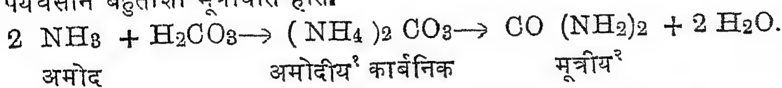


(४) प्राम्लांच्या अपचयात सरते शेवटी मूत्रिकाम्ल उत्पन्न होते. पण तत्पूर्वी दोन द्रव्ये उत्पन्न होत असतात. ती सोर्व प्रामोद[1] आणि सोर्वद्वप्रामोद[2] ही होत.





शरीरात नत्रसंयुगांची घडामोड होऊन **साध्यात साधे द्रव्य** उत्पन्न होते ते **अमोद** हे होय. ते पाण्यात विरघळणारे असून पाण्याशी संयोगही पावणारे आहे. अमोदीयऊजद हे त्यामुळे तयार होणारे विद्रव होय. हे अल्कधर्मी असल्यामुळे अनिष्ट अम्लांचा निरास करण्याच्या कामी येते. तथापि ते सुटे शरीरास मानवत नाही. त्यापासून कार्बनिकाम्लाच्या मध्यस्थीने अमोदीय कार्बनिक आणि सरते शेवटी मूत्रीय हे नकारिक द्रव्य आणि पाणी यांची निर्मिती होते. नत्रसंयुगाचे पर्यवसान बहुतांशी मूत्रीयात होते.



प्राणिमात्रांच्या मलमूत्रापासून भूमीत अमोदाची भर पडते. त्यापासून **भूमीतील जंतूंच्या संपर्काने आणि हवेतील ऊर्वाच्या योगाने नत्रित आणि नत्रिक अम्ले उत्पन्न** होतात. त्यांचा भूमीतील अल्कांशांशी संयोग होऊन लवणे उत्पन्न होतात. प्रोतीनातील गंधक व पस्फुर यांच्यापासून अशाच रीतीने गंधित, गंधिक व पस्फुरिक लवणे उत्पन्न होतात. ही सर्व लवणे वानसांना खत म्हणून उपयोगी पडतात. 1 Ammonium carbamate. 2 Urea.

प्रोतीनातील अमोदीन अम्ले

अमोदीन अम्ल	Ovalbu-min अंड-पांडुर	Lactal-bumin दुग्ध-पांडुर	βLacto-globin दुग्ध-पिंडूर	Serum-albumin रंस-पांडुर	Serum-γglobulin रंस-पिंडूर	Fibrin सूत्रीन	Wheat-glutelin गोधूम-लीन	Wheat-gliadin चिक्क-लीन	Zein मक्क-लीन	Collagen Gelatin उप-संरस	Elastin आत-तीन	Caseino-gen पूर्व-दधीन	Insulin द्वी-पीन
संरस—	३.२	०.४	१.४	१.६	४.३	५.७	०.९	०.४		२५.९	२९.४	०.४	४.३
अंशुक—	६.७	२.५	६.२			३.७	४.७	२.१	१०.५	९.२		३.२	४.६
रंस—	७.४	१.८	५.०	३.७	११.५	६.९	०.२	२.७	३.५	३.३	१३.५	६.०	७.५
गंजरंस— गंरंस—	१.९	४.०	१.१ २.३	०.७ ५.६	०.७ २.४	१.६	१.८	२.५	०.९	०.०	०.२	०.३	१२.६
घृत्य—	४.०		५.८	५.०	८.४	६.२		२.१	३.५	२.३		४.५	२.०
गंधघृत्य—	५.२	२.६	३.२	१.३	१.०	२.५		१.६	२.४		०.४	३.४	
वलार—	४.६	३.३	५.८	७.७	९.३	३.९	०.२	२.७	३.५	३.३	१३.५	६.०	७.५
लस— प्रतिलस—	१५.९	१९.४	१५.६ ८.४	११.९ १.७	९.३ २.७	११.७	६.०	११.८	२२.४	४.० १.५	३१.०	१०.५ ५.२	१२.९ २.८
धूपांशुक—	७.५	२.४	३.५	७.८	४.६	५.०	२.०	६.४	५.९	४.०	४.०	६.४	८.१
दधिज—	४.०	२.०	३.८	४.७	६.९	५.१	४.५	३.३	५.३		१.६	६.३	१३.०

	अंड-पांडुर	दुग्ध-पांडुर	दुग्ध-पिंडूर	रंस-पांडुर	रंस-पिंडूर	सूत्रीन	गोधूम-लीन	चिक्क-लीन	मक्क-लीन	उप-संरस	आत-तीन	पूर्व-दधीन	द्वी-पीन
दधिजन्य–	२·७	२·७	१·९	०·२	२·९	३·३	१·७	१·२	०·२			२·७	
ऐक्षव–	८·१	१९·३	११·४	१०·४	८·८	१२·६	१·८	१·३	४·६	३·५		६·६	७·५
गोधूमिक–	१६·०	१२·९	१९·५	१७·३	११·८	१४·८	२५·७	४५·५	२६·८	५·९		२२·०	१८·४
अतिवलारिक–	५·६	३·२	२·९	६·१	४·९	७·७	४·७	२·८	१·७	८·५	१·०	४·०	३·०
दध्य–	५·१	८·४	११·४	१२·२	८·२	१०·१	१·९	०·६		४·१		८·३	२·३
ऊजदध्य–										१·३		०·३	
गात्र–	१·५	१·५	१·६	३·६	२·५	२·५	१·८	१·९	१·२	०·८		३·२	४·८
प्रोलीन–	३·२	३·६	४·१	५·१	८·१	३·८	२·०	१३·२	१०·६	१४·६	१५·२	१०·६	२·५
ऊजप्रोलीन–			१·३				४·२			१४·७	२·०	२·२	
(अमोद्य अमोद)	१·२	१·३		१·१	१·३	१·६	४·०	५·४	३·६	०·१		१·७	१·६

(Biochemistry for medical students 1960 – Thorpe page 102)

अमोद्य = $\cdot CONH_2$ ही घटा असलेले द्रव्य. मूत्रीय हे असे द्रव्य आहे. $CO(NH_2)_2$

कोष्टकात दिलेल्या प्रोतीनातील अमोदीनाम्लांच्या अंकांची बेरीज शंभरापेक्षा थोडी कमी अधिक आहे. प्रयोगात काही कसर राहणे अपरिहार्य असते.

मक्कलीन हे मक्यातील एक प्रोतीन आहे. ते पाण्यात विरघळत नाही. ७० ते ९०% कोहोलात विरघळते.

सूत्रीन. आळलेल्या रक्तातील चोथ्यातून पेशिका वगळून राहणारा चोथा ज्याचा असतो ते.

प्रकरण ४७

लिंबू आणि लवणे

अन्नपदार्थामध्ये लिंबू आणि लवणे यांचा समावेश चवदार जिन्नस म्हणून झालेला आहे. तथापि चालू शतकात त्यांना काही विशेष महत्त्व आलेले आहे. गेल्या शतकात लवणांच्या विषयी बरीच रसायनदृष्टीची माहिती उपलब्ध झाली. तिजवरून लवणांना अन्नाचा अवश्य भाग म्हणून प्रतिष्ठा आली. त्याचवेळी फळांच्या रसाचेही महत्त्व उघडकीस आले. परंतु त्यातील रसायनदृष्टीची माहिती चालू शतकातच कळून आलेली आहे. लिंबू हे रसाळफळांचा प्रतिनिधी म्हणून येथे उल्लेखले आहे. आपण धान्यापासून जे अन्न तयार करतो त्याची चव सपक असते. धान्ये कोरडी असतात ती पाण्यात शिजवून किंवा त्यांचे पीठ पाण्यात मळून थापून भाजून त्याचे अन्न तयार करतात. काही फळे शिजवून भाजी करतात तीसुद्धा मुळात सपक असते. तिला मिठाची आणि चिंचेची जोड देऊन चवदार करतात. न शिजवता खाण्याजोगी फळे असतात त्यात लिंबू प्रमुख आहे. तथापि लिंबाचा रस अतिशय आंबट असतो. तो पातळ करून पोटात घेण्याजोगा असतो. भातभाजीला चव आणण्याकरता तो सोयीचा असतो. रसाळ फळांच्या लिंबूवर्गात संत्रे मुसुंबे महाळुंग ईडलिंबू अशी आणखीही काही फळे आहेत. या वर्गाला **जंबीरवर्ग** म्हणतात. जंबीर हे त्यातल्या रानफळाचे नाव आहे. या फळांच्या रसात **जीवातुद्रव्य** असते. म्हणून त्यास विशेष प्रतिष्ठा आली आहे.

पाचशे वर्षांपूर्वी **स्कर्व्ही** नावाचा रोग फार बोकाळला होता. इतका की एका वैद्यकीय ग्रंथात सर्वच रोग स्कर्व्हीमूलक आहेत असे त्यावेळी लिहिलेले आढळते ! पंधराव्या शतकाच्या शेवटी वास्को दि गामा हा जेव्हा ‘ केप ऑफ गुड होप ’ला वळसा घालून भारतात आला तेव्हा त्याच्या बरोबरच्या प्रवाशांपैकी दोन तृतीयांश लोक स्कर्व्हीने मेले, असे त्याने लिहून ठेवले आहे. १७३५ त कार्टियर कानडामध्ये काही दिवस राहिला तेव्हा त्याच्या बरोबरच्या प्रवाशांपैकी चतुर्थांश लोक स्कर्व्हीने मृत्युमुखी पडले आणि बाकीचे त्याच विकाराने थोडेबहुत-अजारी झाले. तद्देशीयांकडून त्याला कळले की, काही **झाडपाल्याचा काढा** घेतल्याने हा रोग बरा होतो आणि काढा आगाऊ घेतल्याने रोग होण्याचे टळतेदेखील. यानंतर काही प्रवासी जहाजवाल्यांनी गोडया पाण्याप्रमाणे मिळेल तेवढा **ताजा भाजीपाला**

व फळे यांचा संग्रह करून नियमित आहार करण्याची प्रथा पाडली. त्याचा परिणाम असा झाला की त्यांच्यावरची या विकाराची आपत्ती निश्चितपणे टळली. नंतर काही वर्षांनी याच प्रवासी लोकांनी **बटाटयाचे बेणे** युरोपात नेले. तेथे त्याची लागवड जसजशी वाढत गेली तसतसा स्कर्व्हीचा प्रसार हटत गेला. हल्ली या रोगाला एकादादेखील बळी मिळत नाही. सर्वच प्रवासी लोकांची व्यवस्था तात्काळ सुधारली असे नाही. असेही काही जहाजवाले होते की त्यांनी यासाठी लागणारी विशेष व्यवस्था केली नव्हती. अठराव्या शतकाच्या मध्याच्या सुमारास एका प्रवासी जहाजावरच्या चिकित्सकाने आपला अनुभव लिहून ठेवला आहे तो असा :

एकदा जहाजावरचे बहुतेक प्रवासी स्कर्व्हीने आजारी झाले. नारिंगाचा रस हा त्या रोगावरील खात्रीचा उपाय खरा; पण त्या फळांचा पुरवठा अगदीच तुटपुंजा असल्यामुळे दोघानाच तो रस आणि बाकीच्यांना इतर औषधे, अशी योजना केली. परिणाम असा झाला की, ज्यांना नारिंगे दिली ते पूर्णपणे बरे झाले. बाकीच्यांपैकी काहींना दुसऱ्या काही फळांचा रस देण्यात आला होता ते सुधारले. इतर सर्वांची प्रकृती बिघडत गेली. डॉ. लिंड याने १७६८ मध्ये एका समुद्र-प्रवासप्रसंगी सर्व प्रवाशांना **नारिंगाचा रस** देण्याची व्यवस्था केली तेव्हा कोणीही स्कर्व्हीने आजारी झाला नाही. १७९५ त ब्रिटिश नौदलात अशी व्यवस्था नियमाने रूढ झाली.

समुद्रप्रवास करणाऱ्या लोकांना दुसरा एक प्रमुख अनुभव आला तो असा की, रोगाचा प्रतिबंध करण्याकरता फळांचा उपयोग होतो तसा मोडाच्या धान्या-चाही होतो. फळांच्यापेक्षा धान्ये संग्रही ठेवणे सोपे असते. ती आयत्या वेळी भिजत घातली म्हणजे ऐन वेळी एक दोन दिवसात उमलतात. मग ती आहारात आणणे सोईचे असते. याही संबंधात अभावितपणे असा अनुभव आला की जे लोक नेमाने **मोडाचे धान्य** आहारात घेत त्यांचे आरोग्य ठीक राही, पण जे तसे करण्याचा कंटाळा करीत त्यांना स्कर्व्ही जडे. हा विकार बाह्य कारणाने होणारा नाही, आहारातल्या उणीवेने होणारा आहे; फळांचा रस आणि मोडाची धान्ये यांनी ही उणीव भरून निघते, असा बोध या अनुभवावरून मिळाला.

अठराव्या शतकाच्या अखेर रसायनशास्त्राच्या अभ्यासाला खरा प्रारंभ झाला. तरी कार्बनी द्रव्यांची रचना कोणत्या तत्त्वावर झाली आहे, या गोष्टीचा उलगडा होण्यास आणखी पन्नास वर्षे लागली. त्यानंतर अन्नद्रव्यांच्या तपासणीस प्रारंभ झाला. शर्करा आणि मेदस अम्ले यांचा उलगडा प्रथम झाला. मग प्रोतीन द्रव्यांचा थोडाफार उलगडा होऊ लागला. अमोदीन द्रव्ये महत्त्वाची आहेत असे

लक्ष्यात आले. तेव्हा स्कर्व्हींसारखे विकार बरे करण्याचा गुण ज्यात आहे ती द्रव्ये अमोदीन अम्ले असावीत असा तर्क पुढे आला. त्याला अनुसरून 'व्हायटल अमाईन' आणि '**व्हिटामाईन**[1]' हे शब्द बनविण्यात आले. ही द्रव्यें अनेक असल्यामुळे त्यांना A, B, C, D, अशी अक्षरनामे प्रचारात आली. अलीकडील तीस चाळीस वर्षांत कळून आले की, या द्रव्यांपैकी बरीचशी अमाईन (अमोदीन) नाहीत. म्हणून हे लांबट नाव टाकून देऊन '**व्हिटामिन**[2]' असे लहानसे नाव शेवटचे इंग्रजी अक्षर ई वगळून करण्यात आले. स्कर्व्ही निवारण करण्याकरता जे द्रव्य उपयोगी पडते ते अमोदीन नाही, असे १९३२ मध्ये कळून आले. हे द्रव्य एका रेणूत सहा कार्बनाणू असणारे साखरेपासून मिळणारे अम्ल आहे. यात COOH हा अम्लतादर्शक गट नाही. तरी अम्लता आहे ती C=O च्या शेजारच्या दोन C अणूंना जोडलेले OH गट आहेत, त्यातील H अणूला आहे. हे दोन C अणू दुहेरी पाशांनीच निगडित असतात. या अम्लाला स्कर्व्हीनिवारक म्हणून **अस्कर्व्हिक**[3] **अम्ल** असे नाव पडले आहे.



1 Viamine. 2 Vitamin. 3 Ascorbic acid.

एकोणिसाव्या शतका अखेर शार्कर द्रव्ये, ओषट द्रव्ये आणि प्रोतीन द्रव्ये ही चांगली शुद्ध स्वरूपात तयार करता येऊ लागली. तेव्हा काही शास्त्रज्ञांनी उंदरावर आहाराचा परिणाम काय होतो ते कसोशीने तपासून पाहण्यास सुरवात केली. उंदीर हा स्तनी प्राणी आहे. त्याचा आणि माणसाचा आहार एकसारखा आहे. उंदराचे आयुष्य माणसाच्या तिसांश आहे. उंदराचा एक दिवस म्हणजे माणसाचा एक महिना! शुद्ध केलेले शार्कर ओषट प्रोतीन व लवणे यांचे मिश्रण असाच आहार उंदरांना दिला असताना त्याची प्रकृती बिघडते. परंतु अशा आहारात थोडी ताज्या दुधाची भर घातली तर ती बिघडत नाही असे अनुभवास आले. नंतर सबंध ताजे दूध भरीला घालण्याऐवजी नुसते तूप भरीला घालून पाहिले तेव्हा त्यांची प्रकृती पहिल्याइतकी बिघडत नाही पण काही अंशी बिघडतेच, असे आढळले. त्याच वेळी तूप काढून घेऊन खालचे दूध भरीला घालूनही प्रयोग केले. तेव्हा काही सुधारणा होते पण पुरती होत नाही, असे समजले. यावरून **ओषटातले जीवातु द्रव्य** A आणि उरलेल्या दुधातील जीवातु द्रव्य ते B अशी नावे दिली गेली. हे प्रयोग आणि नामकरण १९१९ मध्ये प्रसिद्ध झाले. रसायनशास्त्राच्या दृष्टीने जीवातु द्रव्यांची घटना काय असावी

यासंबंधी विचार विशेष गंभीरपणे सुरू झाले. म्हणून ताजी फळे आणि भाज्या यासंबंधी अनुभव जरी जुना होता तरी त्यातील जीवातु द्रव्यास नाव A व B च्या मागून मिळाले ते C असे मिळाले. हे द्रव्य पाण्यात विरघळणारे आहे हे उघडच आहे, कारण फळांच्या रसात ओषट नसते पाणी असते. C चे रासायनिक स्वरूप काय आहे ते १९३२ त कळून आले.

C जीवातु द्रव्याला अस्कर्व्हिकाम्ल असे नाव मिळालेले आहे. त्यालाच दुसरे नाव देता येण्याजोगे आहे ते **आमलिकाम्ल** हे होय. आमलक म्हणजे **आवळा.** हे फळ फार गुणावह आहे अशी त्याची ख्याती प्राचीन काळापासून आहे. च्यवन-प्राश म्हणून जे सुप्रसिद्ध पौष्टिक औषध आहे त्यातील प्रधानगुणावह द्रव्य आवळा हेच आहे. आवळा हा रसायन आहे असे म्हणतात. त्यातील तात्पर्य हेच आहे की त्याचा गुण आश्चर्यावह आहे. आधुनिकांना विशेष गुणावह फळ आढळले ते संत्रे हे होय. यालाच नारिंग असेही नाव आहे. नारिंग या शब्दावरूनच ओरेंज हा शब्द झाला असावा, नारिंगाच्या रसात अस्कर्व्हिक अम्ल असते त्यापेक्षा ते आवळ्याच्या रसात अधिक प्रमाणात असते. संत्रे मुसुंबे ही फळे जंबीरवर्गातली आहेत. त्या सर्वात हे अम्ल असते. तथापि त्यापेक्षा ते आवळ्यात अधिक असून अधिक टिकाऊ सुद्धा असते हा विशेष आहे. अलीकडे या बाबतीत विशेष प्रसिद्धी पावलेले फळ म्हणजे **टोमाटो**. संत्र्याच्या रसात जितके जीवातु C असते त्याच्या निम्मे टोमाटोच्या रसात असते, पण आवळ्यात त्याच्या तीसपट असते. **टोमाटोचा रस उन्हात वाळवला तर त्यातील आमलिकाम्ल लवकरच नाहीसे होते. तसे आवळ्याच्या रसाचे होत नाही.** टोमाटोचा रस उकळला तरी ते बरेचसे कमी होते. आवळे चोचावून किंवा किसून शिजवून मोरावळा करतात त्यात सुद्धा आमलिकाम्ल निदान निम्मे तरी शिल्लक राहते.

कागदी लिंबाच्या रसात आमलिकाम्ल पुष्कळ असते पण ते फळ कापून ठेवले असता केवळ हवेच्या संपर्काने देखील त्यातील आमलिकाम्ल पुष्कळ कमी होते. आवळ्यातील आमलिकाम्ल मात्र तितकेसे कमी होत नाही. काही द्रव्यांचा असा गुण असतो की ती स्वतः विक्रिया न पावताच दुसऱ्यांची विक्रिया त्वरावतात किंवा मंदावतात. अशा द्रव्यांना **निदेशक द्रव्ये** म्हणतात. हलिकांचे उज्जंभरण करण्याकरता निकेल धातूची योजना निदेशक म्हणूनच करतात. निकेल विक्रिया त्वरावणारे निदेशक आहे. **आमलिकाम्लाचा नाश होतो** तो उज्जंभरणाने नाही तर **ऊर्वणाने.** ऊर्व हवेत असतो. त्याशी आमलिकाम्ल विक्रिया पावते. आमलिकाम्लाची ऊर्वाशी होणारी **विक्रिया मंदावणारी द्रव्ये आवळ्यात असतात** तशी ती लिंबात

किंवा टोमाटोत नसतात. ऊर्वाच्या योगाने आमलिकाम्लातील दोन उज्जाणू कमी होतात. ऊर्व-उज्ज मिळून पाणी होऊन जाते.

कोणतीही विक्रिया तपमान वाढवल्याने त्वरावते. म्हणून भाजीपाल्यात जे आमलिकाम्ल असते ते हवेतील ऊर्वाशी विक्रिया पावण्याची क्रियाही भाजी शिजवताना त्वरावते. भाजीच्या भांड्यावर झाकण घातले तर हवेशी संपर्क अमळ कमी होतो पण शिजवल्याने विक्रियावेग वाढतो. भाज्या शिजवताना बहुधा त्यात काही अंबट पदार्थ मुद्दाम घालण्याची वहिवाट आहे. अशा आंबटामुळे आमलिक अम्लाची ऊर्वाशी होणारी विक्रिया मंदावते. याचाच अर्थ असा की भाज्या शिजविताना अंबटाने आमलिकाम्लाचे संरक्षण होते. केव्हा केव्हा भाज्या शिजविताना अम्लाऐवजी पापडखार घालण्याची वहिवाट आहे. पापडखार अल्कधर्मी आहे. त्याने आमलिकाम्ल नाहीसे होऊन जाते. म्हणून भाज्या शिजविताना त्यात **पापडखार घालणे** त्यातील **जीवातु द्रव्याची हानी करणारे** आहे. तांबे या धातूचा किंचित् संपर्क सुद्धा या जीवातु द्रव्याची हानी करतो.

अधिवृक्कग्रंथिडात आमलिकाम्ल बरेच असते. त्यातूनच ते प्रथम संशोधकांच्या हाती आले. तथापि अन्नदृष्ट्या मांसाहारात ते नसते म्हटले तरी चालेल.

प्रौढ माणसाचे आरोग्य चांगले राहण्याकरता प्रतिदिवशी आहारात ७० ग्रामसहस्रांश आमलिकाम्ल असावे लागते. १६ ते २० वर्षे या वयात ते १०५ ग्रामसहस्रांश असणे चांगले. गर्भिणीच्या आहारात ते १५० ग्रामसहस्रांश पाहिजे. १ ग्राम = सुमारे १माष = $\frac{१}{१२}$ तोळा. रक्तात आमलिकाम्ल १०० CC त ०·६ ते १·५ mg (ग्रामसहस्रांश) असते. ते पिलसाच्या दुप्पट आरक्तपेशिकात आणि तीसपट श्वेतपेशिकात असते.

१०० ग्राम सहस्रांश आमलिकाम्ल ५०० ग्राम बटाट्यात, ४०० ग्राम टोमाटो रसात
३०० ग्राम ओल्या वालात, २०० ग्राम संत्रारसात
१०० ग्राम पेरूत , ७ ग्राम आवळ्यात असते.

लिंबू, चिंच किंवा आंबा यात जो आंबटपणा आपल्या चवीला कळतो तो आमलिकाम्लाचा नसून विविध इतर अम्लांचा असतो. ती अम्ले अशी :-

लिंबात जंबीरिकाम्ल CH_2 COOH COH COOH CH_2 COOH Citric acid.

चिंचेत तितिणिकाम्ल CH OH COOH CHOH COOH Tartaric acid.

आंब्यात आम्रिकाम्ल CH OH COOH CH_2 COOH Malic acid

उंदीर आणि माणूस यांच्या आहारात भरपूर साम्य आहे म्हणून वर सांगितले. परंतु त्या विधानाला पुस्ती जोडली पाहिजे ती अशी की, माणसाच्या **शरीरात** आमलिकाम्लाची गरज असते तशी ती उंदराच्या शरीरातही असते. पण माणसाच्या **आहारात** त्या अम्लाची गरज असते तशी उंदराच्या आहारात नसते. कारण उंदराच्या शरीरात ते शार्करान्नापासून उत्पन्न होऊ शकते. त्यामुळे एकाद्या आहारात या अम्लाची उणीव असली तर ती उंदराला तो आहार देऊन त्याच्या परिणामावरून समजणार नाही. उंदरावर प्रयोग होण्यापूर्वीच माणसाच्या आहारविषयक अनुभवावरून जे आहार माणसाच्या आहाराला अयोग्य ठरलेले होते असे या प्रकरणाच्या आरंभी सांगितले ते उंदराच्या आरोग्याला अयोग्य ठरत नाहीत. स्कर्व्ही उत्पन्न करणाऱ्या आहाराच्या बाबतीत ही गोष्ट झाली. मुडदूस बेरीबेरी आणखी काही विकार असे आहेत की ते माणसाला होतात तसे उंदरालाही होतात. उंदराला स्कर्व्ही मात्र होत नाही. उंदराला ज्या आहाराने मुडदूस होतो त्याच आहाराने तो माणसालाही होतो. उंदराला झालेला मुडदूस ज्या उपायांनी नाहीसा होतो त्याच उपायांनी तो माणसाला झालेलाही नाहीसा होतो. **उंदरास स्कर्व्ही होत नाही.** तेव्हा त्यासंबंधी प्रयोग मात्र उंदरावर करण्यात अर्थ नाही.

गिनिपिग म्हणून एक सशाच्या वर्गातील **पशू आहे. त्याला स्कर्व्ही हा विकार होतो** त्यावर याविषयी प्रयोग करतात. असे प्रयोग करण्यापूर्वीच स्कर्व्हीवरील उपाय माहीत झालेले होते. अर्थात् ते स्थूल स्वरूपाचे होते. संत्रवर्गातील फळे ताज्या भाज्या व दूध यांनी स्कर्व्हीविकार हटतो, एवढे माहीत होते. गिनिपिगवर प्रयोग सुरू केले तेव्हा रीत ठरली ती अशी. प्रथम त्या प्राण्याला स्कर्व्ही हा विकार उत्पन्न होईल असा आहार द्यावयाचा. तो विकार घालवण्याकरता आहारात बदल करावयाचा आणि त्याचे परिणाम पहावयाचे. अशा प्रयोगावरून स्कर्व्ही घालवण्याचा गुण कोणत्या आहारद्रव्यात किती आहे ते मोजता येऊ लागले. नंतर अस्कर्व्हिक अम्ल पृथक् करता आले. त्याचाच हा गुण आहे हेही प्रयोगावरून ठरविता आले. अशा प्रयोगावरून काढलेल्या अनुमानांचा ताळा माणसावर उपचार करण्यामध्ये घेता आला आणि तो जमलाही. ससा व कुत्रा या पशूंना स्कर्व्ही होत नाही. या विकाराचा प्रतिबंध करणारे आमलिक अम्ल त्यांच्या आहारात नसले तरी ते त्यांच्या शरीरात शार्करद्रव्यापासून उत्पन्न होऊ शकते, असे अनुमान यावरून निघते. **पक्ष्यांना स्कर्व्ही होत नाही. पक्ष्यांच्या अंड्यात आमलिकाम्ल नसते.**

आमलिकाम्लाने ज्या विकाराचा प्रतिबंध होतो म्हणून सांगितले तो विकार म्हणजे काय ते आता पाहून घेतले पाहिजे. हा विकार हल्ली माणसात सहसा दृष्टीस पडत नाही. त्याचा प्रतिबंध कसा करावा हे आता कळून चुकले आहे. तसे करणे सोपेही आहे. या कामाकरता गिनिपिग पशूंना स्कर्व्ही होईल असा आहार मुद्दाम देतात. ताजी फळे भाज्या दूध यापैकी त्यांना काहीही देत नाहीत. या पशूमध्ये **स्कर्व्हीची** जी **लक्षणे** उमटतात तीच माणसात उमटतात. अशा रीतीने हा विकार आपणास पहावयास सापडतो. स्कर्व्हीचे पहिले लक्षण म्हणजे **हिरड्यातून अकारण रक्त गळणे** हे आहे. डोळ्याच्या बुबुळाभोवती जो पांढरा भाग दिसतो त्यावर एक पातळ पापुद्रा असतो त्याच्या खाली बारीक बारीक रक्तवाहिन्या असतात त्या तुटतात. त्यातून रक्त बाहेर पडते आणि पापोद्र्याखाली साठते. अंगभर जी **त्वचा असते तिच्या थरातल्या रक्तवाहिन्या जागजागी तुटतात**. त्यातून रक्त बाहेर पडते ते त्वचेच्या थरातच साठते. त्यामुळे त्वचेला डाग पडतात. दातांचे कवच बिघडते, सुरकुतते दात खरखरीत होतात, दुखरे होतात, हाडांना जागोजाग फुगवट्या येतात, **हाडे दुखरी होतात. जठराच्या आस्तराला घरे** पडतात, त्यातून रक्तमोक्ष होतो. अपचनाचे विकार होतात. होता होता सर्व शरीरयंत्रणा बिघडते. मृत्यू येतो.

आताच स्कर्व्ही रोगाची जी लक्षणे सांगितली त्यातील तत्त्व शास्त्रज्ञांनी समीक्षण करून ठरविले आहे ते असे की, शरीरात ज्या अगणित पेशिका आहेत त्या परस्परांना एकत्र बांधणारे संवारिणाम्ल हे एक द्रव्य असते. **या C जीवातुद्रव्याच्या उणीवेने ते बिघडते**. त्वचेच्या वरच्या थरात पेशिकेला पेशिका लागून असते. अनेक पेशिका एकत्र बांधणारे द्रव्य अगदी थोडे असते. ते बिघडले म्हणजे पेशिकेपासून पेशिका सुटते. असे झाले म्हणजे त्याला आपण क्षत पडले असे म्हणतो. दाताच्या रचनेमध्ये हे बंधनकारी द्रव्य विशेष महत्वाचे आहे. ते नीट तयार झाले नाही म्हणजे दाताचा दातपणाच जातो. आपल्या अंगात ज्या रक्तवाहिन्या आहेत त्यापैकी ज्यातून रक्तातील पोषक द्रव्ये बाहेर पडतात आणि मलद्रव्ये ज्यात शोषली जातात त्यांना परिवाहिन्या म्हणतात. या परिवाहिन्यांचे तट केवळ एकापेशिकेच्या जाडीचाच असतो. या पेशिकातील फटीतून किंवा पेशिकातटातूनच म्हणा प्रस्तुत द्रव्यविनिमय होत असतो. स्कर्व्हीने या पेशिकांची बांधणी बिघडते आणि सबंध रक्तच त्यातून बाहेर पडते. वाहिन्या फुटतात. जागोजाग रक्तमोक्ष होतो. आमलिकाम्लाचे रासायनिक घटना जरी माहीत झालेली असली तरी त्याच्या कोणत्या विक्रिया या बंधनद्रव्याच्या स्वस्थतेस उपयोगी असतात

किंवा इतर कोणत्या रीतीने ते या स्वस्थतेस उपयोगी पडते ते अद्याप नीट समजलेले नाही. या अम्लाचा विशेष संचय अधिवृक्कात आढळतो त्या अर्थी त्याचे तेथे काही विशेष कार्य असते, असाही तर्क करण्यास जागा आहे.

लवणे

मीठ हे एक लवण आहे. मीठ NaCl पाण्यात विरघळते. विरघळताना Na व Cl अशी एका रेणूची दोन दले[1] होतात. Na हे दल धन आणि Cl हे दल ऋण असते. विजेरीच्या धनऋण टोकाशी जोडलेल्या तारा अशा विरघळचात आणून सोडल्या म्हणजे धनाकडे Cl आणि ऋणाकडे Na आकर्षिले जाते. याप्रमाणे विदलन पावणाऱ्या द्रव्यांना **विदलनीये**[2] असे वर्गनाम योजिले आहे. H व OH **याखेरीज पाण्यात आढळून येणारी धन आणि ऋण दले एकत्र येऊन बनलेल्या द्रव्यास लवणे असे म्हणतात,** मग ती पाण्यात विरघळणारी असोत वा नसोत. उदाहरणार्थ $CaCl_2$ व KCl ही लवणे आहेत ती पाण्यात विरघळतात. पण $CaCO_3$ खडू हे द्रव्य पाण्यात विरघळत नाही. तरीदेखील त्याला लवणवर्गातच गणतात, कारण $CaCl_2$ यात Ca हे दल Na_2CO_3 यात CO_3 दल आढळून येते. $CaCl_2$ विद्रव आणि Na_2CO_3 विद्रव एकत्र आणल्याने $CaCO_3$ तयार होते. हाडांच्या रचनेत $CaCO_3$ चा काही भाग असतो. त्याचप्रमाणे $Ca_3(PO_4)_2$ या लवणाचाही काही भाग असतो. हे लवण पाण्यात विरघळत नाही. तरी Na_3PO_4 सामुद्रपस्फुरिक लवण पाण्यात विरघळते. कार्बनिक अम्ल हे H_2CO_3 असते. त्यातून HCO_3 व CO_3 अशी दले प्रसंगवशात् निघतात. पस्फुरिकाम्ल हे H_3PO_4 असते. त्यातून H_2PO_4, HPO_4 व PO_4 अशी दले निघतात. सामान्य रक्तातील द्रवात HCO_3 आणि HPO_4 अशी दले असतात. याखेरीज Cl व SO_4 ही ऋण दले आणि Na, K, Mg, Ca ही धनदले असतात. **रक्तातील प्रोतीन द्रव्ये ऋणदले होऊन वावरतात.**

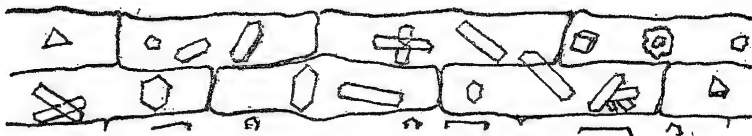
1 Ions. 2 Electrolytes.

पाणी H_2O असते. त्याची H व OH अशी दले होतात H धन आणि OH ऋण असते. H ने अम्लता आणि OH ने अल्कता येते. माणसाचा आहार, त्याचे रक्त व मूत्र, यांची तपासणी करून कोणते अन्न रक्ताची **अल्कता वाढवणारे** आहे आणि कोणते **अम्लता वाढवणारे** आहे, या गोष्टींचा तपास थोडाबहुत झालेला आहे. त्यावरून असे दिसून आले आहे की, सपीठ, कणीक, तांदूळ, अंडी ही अन्ने उत्तरोत्तर अम्लता वाढवणारी आहेत. उलट कांदा सफरचंद कलिंगड नारिंग टमाटो मुळा रताळे केळे बटाटा खजूर बीट वाल गाजर, ही अन्ने उत्तरोत्तर अल्कता

वाढवणारी आहेत. वाल हा डाळदाणा आहे तरी त्यामध्ये अम्लतेऐवजी अल्कताच वाढवणारा गुण आहे ही गोष्ट विशेष आहे. अन्नात असा फरक कशामुळे उत्पन्न होतो ते अद्याप कळून आलेले नाही.

शार्कर आणि ओषट द्रव्ये यास पुरेपुर **ऊर्व** मिळाला तर त्यापासून कार्बनिक वायू उत्पन्न होतो हे खरे आहे. पण तितका तो नेहमी मिळतो असे नाही. काही प्रसंगी तो **कमी पडतो** असे आढळते. **असे झाले म्हणजे जी अम्ले उत्पन्न होतात ती श्वासावाटे निकालात निघत नाहीत. त्यामुळे अम्लबाधा होते**, असा अनुभव मधुमेही माणसांच्या बाबतीत येतो. इतर प्रसंगीही असे होण्याची शक्यता आहे.

चिंच लिंबू आमसोल अंबोशी इत्यादी जिनसा आपण मुद्दाम आहारात आंबटपणा आणण्याकरता वापरतो. त्यातील अम्ल बहुधा **कार्बनिक अम्ल** होऊन **मूत्रावाटे किंवा श्वासावाटे बाहेर पडते**. लिंबाचे अम्ल बरेच घेतले तर मात्र त्याचा थोडासा अंश जसाच्या तसाच मूत्रात अल्कसंयुक्त आढळतो. बाकी अम्ले मूत्रात उतरत नाहीत. चिंचेच्या अम्लाच्या बाबतीत असे आढळते की ते मुळी रक्तातच उतरत नाही. आतड्यातील वानुजंतूच त्याचा निकाल करतात. कांदा टामाटो अळू खाजरा सुरण यात **ओषणिक** लवणाचे रवे आढळतात. हे लवण पाण्यात विरघळत नाही. तरी ओषणिकाम्ल[1] पाण्यात विरघळते. अन्नात ते नसले तरी मूत्रात अगदी सूक्ष्म मानाने आढळते. ते अस्कर्व्हिक अम्ल म्हणजे आमलिकाम्ल



आ० ४७·१ कांद्याच्या पापोद्र्यात खट-ओषणिक रवे.

यापासून उत्पन्न झालेले असते. काही प्रसंगी ते बरेच आढळते. तेव्हा ते शार्कर द्रव्ये नीट न पचल्यामुळे उत्पन्न झालेले असते, असे म्हणावे लागते. ओषणिकाम्ल ज्यात आहे असे अन्न घेतल्याने त्या अम्लाचा प्रवेश मूत्रात किंवा रक्तात होत नाही असेच मानले जाते. फलादिकात सहज जाते त्यापेक्षा अधिक ओषणिकाम्ल शरीरात अन्नाबरोबर जाते तेव्हा विषबाधाच होते. हे अम्ल खटलवणाशी विक्रिया पावून खट-ओषणिक उत्पन्न होते. ते विरघळत नसल्याने रक्तात वाहण्याचे थांबते. खट हे दल काढून टाकणे हा परिणाम शरीरास सहन होत नाही. खट Ca हे धनदल जीवधारणेस अवश्य आहे.

1 Oxalic acid. COOH. COOH.

अळू सुरण आणि कधी कधी बीट यातसुद्धा **खाजरे द्रव्य** असते **त्यात अल्कत्व वाजवीपेक्षा अधिक असते ते अम्लाने जाते.** कधी कधी **अपचनाने मूत्रावाटे ओषणिक अम्ल जाऊ लागते** तेव्हा ओषणिक लवणाचे रवे मूत्रात सापडतात. गिरकावणीने ते लवकर खाली बसतात. हे लवण खट-ओषणिक असते. त्यामुळे मूत्र गढूळ होते. चाकवत आणि पालक या पालेभाज्यात ओषणिकाम्ल असते. त्यात जे खटलवण असते ते असून नसल्यासारखेच असते. कारण खट-ओषणिक विरघळणारे नाही. खट हे धनदल आणि ओषणिक हे ऋणदल एकत्र आले तर अविद्राव्य खट-ओषणिक लवण होऊन खाली बसणार हे उघडच आहे. रक्तात खटलवण असते तेव्हा त्या समवेत ओषणिक राहणार नाही हे उघड आहे. तथापि इतर द्रव्यापासून ओषणिक अम्ल उत्पन्न होते आणि अल्प मानाने का होईना राहते असेही आढळते. ते राहण्याची विशेष व्यवस्था काय आहे ते अद्याप समजलेले नाही. तेव्हा या भाज्यातील खटलवणांचा काही उपयोग शरीरात होतो की नाही याविषयी आज निश्चयाने काही सांगता येत नाही. भाजीच्या रसात खटलवण आणि ओषणिकाम्ल ही द्रव्यें एकत्र असली किंवा रस काढल्यावर एकत्र आली तर खट-ओषणिक रवे होऊन आतड्यातच बसतील, रक्तात जाणार नाहीत, हे उघड आहे. मूत्रात आढळते ते इतर रीतींनी मूत्रात उत्पन्न होत असले पाहिजे.

धान्य पालेभाज्या फळभाज्या फळे, यात साहजिकच काही पालाश आणि मग्न यांची लवणे असतात ती शरीरास अवश्य व उपयुक्त असून पुरेशीही असतात. त्याच्याकरता विशेष तजवीज करावी लागत नाही. शरीरधारणेला त्यांच्याहीपेक्षा सामुद्रलवणाची (सामुद्रहरदाची) गरज अधिक असते. प्राण्याच्या शरीरातून बाहेर काढलेले हृदय NaCl लवणाचे स्नान घातल्याने बराच वेळ चालू राहते. यावरून या लवणाची महती लक्ष्यात येते. NaCl मध्ये KCl, $MgCl_2$, $CaCl_2$, या लवणांची भर घातली तर असे हृदय कैक दिवस चालू राहू शकते. मात्र त्यात थोडथोडे द्राक्षजाशर्करेचे मिश्रण दिवसानुदिवस करीत रहावे लागते. ही चार लवणे ज्यात विरघळलेली आहेत तेच खरे **संजीवनविद्रव** होय. शक्तिनिर्मितीकरता शर्करा लागते हे उघडच आहे. स्वाभाविक अन्नामध्ये या चारी लवणांचा भरणा पुरेसा असतो. तरी NaCl या लवणाची भर घालण्याची प्रवृत्ती साहजीकच असते. **ज्यांना घाम फार येतो त्यांनी वरचेवर मिठाची आयात शरीरात करणे विशेष अगत्याचे असते.** यासंबधी एक उदाहरण घडलेले आहे ते असे. एका खाणी-तील मजुरांना नित्याचे काम सुद्धा करवेना असे झाले. शोध करता असे आढळून आले की, त्यांना घाम फार येई, आणि वरचेवर तहान लागे. यावर उपाय म्हणून

असा सांगण्यात आला की, प्रत्येक वेळी पाण्यामध्ये शंभरी एक या प्रमाणात मीठ टाकून ते विरघळल्यावर ते पाणी प्यावे. हा उपाय करता क्षणीच थकवा नाहीसा झाला आणि नित्याचे काम करता येऊ लागले. जादा मीठ शरीरात गेले तर ते मूत्राद्वारे बाहेर येते. प्रतिदिनी सुमारे १५ ग्राम मीठ पाहिजे. $MgCl_2$ व KCl यांची प्रतिदिनी आवश्यकता याच्या अर्धी असते.

हल्ली एकंदर समाजाची **प्रवृत्ती** स्वाभाविक आहार सोडून **कृत्रिम आहाराकड** अधिकाधिक होत आहे. लवणांचा लाभ आपणास मुख्यतः धान्यापासून होतो. त्या धान्याचा जो कोंडा असतो त्यात त्यातील बहुतेक लवणे असतात. हा कोंडा टाकून देण्याकडे हल्ली कल आहे. त्यामुळे अशा आहारात लवणांचा तुटवडा पडत आहे. याचा दुष्परिणाम दात व हाडे यांची घडण बिघडण्यात होतो. त्याकरता कोंडा टाकून देण्याची पद्धतीच टाकून दिली पाहिजे. नाहीतर कोंड्याच्या ऐवजी खडू मिसळून धान्याचे पीठ वापरणे हा उपाय योजावा लागेल, किंवा खडूच्या गोळ्या औषध म्हणून खाव्या लागतील. कणीक वापरल्याने पाहिजे तेवढा कोंडा राखला जातो. पण कणकेऐवजी सपीठ, सफेत पीठ, वापरल्याने मात्र तो टाकला जातो. कोंड्याच्या ऐवजी खडू वापरल्याने त्याची भरपाई होते असे कोणी समजू नये. खडू म्हणजे खटकार्बनिक $CaCO_3$ लवण होय. हाडांची रचना योग्य तशी होण्यास खटकार्बनिकाच्या जोडीला खटपस्फुरिकाची गरज असते. ती गरज खडूने भागणारी नाही. त्याकरता $CaH_4(PO_4)_2$ याचीही भर घालावी लागेल. म्हणजे वस्तुतः हाडांची राखच खाण्याची पाळी येईल. तशी पाळी येण्यापेक्षा हाडांची राख हे खत म्हणून वापरून जे पीक निघते त्याचा उपयोग अधिक समंजसपणे करणे हेच श्रेयस्कर आहे.

अन्नातील **लवणापासून अस्थिविधान** नेमके कोण्यारीतीने होते ते अद्यापि नीटसे समजले नाही. तथापि अन्नात खटलवणांचा तुटवडा असला म्हणजे हाडे नीट बनत नाहीत, इतकेच नव्हे तर बनलेली हाडे देखील झिजून जातात. हाड एकदा तयार झाले म्हणजे ते वज्रलेप झाले असे नाही. ज्यांची हाडे चांगली तयार झालेली आहेत अशा प्रौढ माणसाच्या आहारातही खटलवणांचा तुटवडा पडला असता त्यांची हाडे बिघडतात असे आढळून येते. गर्भिणी स्त्रियांमधे हा विकार आढळून येतो. **गर्भिणीला अगर्भिणीपेक्षा लवणांची गरज अधिक असते.** तिच्या आहारात खटलवणांचा तुटवडा पडला म्हणजे तिची हाडे झिजतात. यावरून असे उघड होते की खटलवणांची गरज हाडातच असते असे नाही, इतरत्रही असते. ती भागवण्याकरता हाडे झिजतात. हाडातील लवणे विरघळून रक्तद्वारा इतरत्र

जातात. गर्भिणीच्या बाबतीत तर गर्भाची हाडे बनविण्याकरताच खट-लवणांची गरज असते. गर्भिणी आणि बाळंतीण यांना लागणारी जादा गरज भागवण्याकरता विडयाच्या आठ पानांना लावतात तेवढा चुना पुरेसा आहे. चुन्यात Ca एवढा एकच भाग मिळतो. PO_4 दुसऱ्या अन्नातूनच मिळाला पाहिजे.

हाडांची रचना पाहता दिसून येते की हाडे पोकळ असतात. लांबट हाडे नळकांडेवजा असतात. कार्बनीद्रव्याच्या सांगाडयावर खटलवणांचा लेप देऊन नळकांडे बनलेले असते. आत मज्जेचा भरणा असतो. चपटया हाडांची रचना दोन पापोद्र्यामधे मज्जा अशी असते. आत मज्जेचा भरणा असतो. आहारात खटलवणे भरपूर असली म्हणजे हे पापुद्रे विपुल असतात. आहारात ही लवणे कमी झाली की पापुद्रे विरळ होत जातात. **पापुद्र्यातले लवण हे संग्रही ठेवलेले लवण असते** असे म्हणावे लागते. या संग्रहाचा उपयोग तुटवडयाच्या वेळी होऊ शकतो. परंतु तुटवडा फार काळ चालू राहिला तर संग्रह संपून जाईल हे उघड आहे. प्रयोग करून पाहता असेच प्रत्ययास येते. आपण काही सतत आहार करीत नाही. चार आठ किंवा बारा तास देखील खंड पडतो. या काळात रक्तात पाहिजे तेवढा भरणा टिकवण्याकरता हाडातील पापुद्रे झिजतात. पण पुनः नवा आहार पचल्यावर ती झीज भरून निघते. खंडकाळ मोठा नसला म्हणजे ही झीज कळे न कळे इतकी थोडी असते. खंड मोठा असल्यास ती भरून निघत नाही. हाडामध्ये जे पापोद्रे असतात त्यांनी हाडाला बळकटी येते. हा त्यांचा मुख्य उपयोग आहे. जेव्हा झीज थोडी होते आणि अल्पावधीत भरून निघते तेव्हा झिजेने होणारी बळकटीची हानी जाणवत नाही. पण झीज मोठी झाली आणि ती दीर्घकाळ चालू राहिली म्हणजे ती जाणवते. मुडदूस, मृद्वस्थी, अस्थिमार्दव किंवा अस्थिक्षय म्हणावयाचा तो हा असा असतो.

आपल्या रोजच्या आहारात खटलवणे व इतर लवणे यांचा **पुरवठा धान्य आणि दूध यातून** होत असतो. या लवणांची गरज प्रौढापेक्षा मुलांना अधिक असते. ती भागवण्याकरता त्यांना दुधाचा उपयोग विशेष होण्याजोगा आहे. धान्यापेक्षा दुधात खटलवणे अधिक सुयोग्य स्वरूपात असतात. गर्भिणींना ही लवणे इतरापेक्षा अधिक पाहिजेत हे उघड आहे. प्रौढाकरता खटलवणांचा दैनिक पुरवठा एक ग्राम असावा असा शास्त्रार्थ आहे.

एक ग्राम खटद्रव्य मिळण्यास म्हशीचे दूध ४०० ग्राम, गाईचे ५०० ग्राम, गहू २००० ग्राम, खोबरे २२०० ग्राम, वाल ६०० ग्राम आणि बदाम ४०० ग्राम लागतील. खटद्रव्य कार्बनिक व पस्फुरिक याजबरोबर कामी येते. कार्बनिक

रक्तात नेहमी असतेच. पस्फुरिक अन्नातून मिळणे अवश्य असते. म्हणून अन्नातील Ca व P यांचे गुणोत्तर सांगण्याची वहिवाट आहे. ही गुणोत्तरे अशी :–

बदाम २५४ : ४७५	दूध २०० : २००	सुका अंजीर २०० : १००	सुका वाल १४८ : ४३७
भुईमूग ७४ : ३९३	खजूर ७२ : ६०	मनुका ६० : ११०	कणीक ५४ : ३७४
अंडे ५४ : २१०	करड तांदूळ ५० : ३०३	सुका नारळ ४१ : १९१	रताळे ३० : ४९
नारिंग ३८ : २३	कांदा ३६ : ३४	बटाटा ११ : ५६	सफेत तांदूळ ९ : ९२

प्रोतीन द्रव्यांचे वर्णन करताना सांगितले की आरक्तपेशिकात श्वसनाने ऊर्व गात्रपेशिकापर्यंत आणण्यास जे प्रोतीन उपयोगी पडते त्यात **लोह Fe हा एक घटक** असतो. हा घटक आपल्या अन्नातही असलाच पाहिजे. अन्नाच्या वेगवेगळ्या जिनसा जर तपासून पाहिल्या तर हा घटक **विशेषेकरून धान्यात** असतो असे आढळून येते. तेथे पुनः धान्याचे अंतरंग आणि बहिरंग यात पुष्कळच भेद आढळतो. **एकदलिक धान्याच्या बहिरंगात हा घटक विशेष** असतो. तांदुळाचा कोंडा टाकल्याने त्यातील ओषट टाकले जाते, त्यातील जीवातु द्रव्ये टाकली जातात, त्यातील खटलवणे टाकली जातात, इतकेच नव्हे तर त्यातील लोहलवणेही टाकली जातात. म्हणून या सर्व दृष्टींनी एक तर आपण तांदुळाच्या कोंड्याचा मांडा करून खाल्ला पाहिजे, किंवा तांदूळ हे पोटभरीचे अन्न न करता, गहू, जोंधळा, ज्वारी, बाजरी असे एकादे एकदलिक दुसरे धान्य पोटभरीचे केले पाहिजे, किंवा तांदुळाच्या जोडीला निदान चतुर्थांश कडधान्य घेतले पाहिजे. (धान्यासंबंधी विवेचन पुढील प्रकरणी अधिक आहे.)

दूध हे इतर सर्व दृष्टींनी उत्तम अन्न आहे. परंतु **लोहलवणाच्या पुरवठ्याच्या दृष्टीने निरुपयोगी आहे.** महिने नि महिने दुधाचा आहार केला तर लोहाच्या कमतरतेने होणारे दुष्परिणाम दिसून येतात. रक्ताची उत्पत्ती कमी पडते. प्रत्येक माणूस पहिले सात महिने नुसत्या दुधाने पोसला जातो हे खरे आहे. पण त्यानंतर त्याची लोहलवणाची गरज दुधाने भागेनाशी होते. सात आठ महिने पुरेल इतका लोहलवणांचा साठा मातेकडून मुलास मिळतो. अर्थात गर्भिणीचे पोषण नीट झाले तर, नाही तर नाही. ही लोहलवणाची गरज स्वाभाविकपणे धान्यातून पुरविली

जाते. मांसाहारी लोकात ती यकृताने पुरविली जाते. सात आठ महिन्यांनी मुलाला दात येऊ लागतात. याच सुमारास त्याला धान्याहार सुरू करणे अवश्य असते. आरंभी त्याला चावता चवळता येत नाही. म्हणून जरी शिते दाणे किंवा भाकरीचे तुकडे दिले नाहीत तरी, वरणाचे पाणी, उसळीचे पाणी, यांपैकी काही तरी द्यावेच. मनुकाबेदाणा खारीक असे काही कुरतडण्यास देणे श्रेयस्कर आहे. केवळ मिठाई देणे श्रेयस्कर नाही.

खट आणि लोह या धातूंच्या लवणांखेरीज इतर धातूंची लवणे आणि अधातूंची लवणेही आरोग्यास अवश्य असतात. ती सर्व आपल्या स्वाभाविक अन्नामध्ये असतात. साखरेमधे मात्र नसतात. साखर हे कृत्रिम अन्न इतर स्वाभाविक द्रव्यापासून वेगळे केलेले असे असते. अन्नाप्रमाणेच पाण्याचीही गोष्ट आहे. नदीच्या पाण्यात भूमीतून विरघळून येणारी काही आरोग्यावह लवणे असतात. ती वरच्यावर धरलेल्या पाण्यात नसतात. या लवणांचा पुरवठा कृत्रिम रीतीने करणे अशक्य आहे. स्वाभाविक आहारातच तो मिळण्याजोगा आहे.

मीठ हे बहुशः सामुद्रहरद असते. तथापि त्यात अगदी थोडा अंश सामुद्र-आयोद NaI या लवणाचा असतो. याचा सुमारे वीस लक्षांश ग्राम एवढा लहान राशी रोज आपल्या आहारात असणे अवश्य असते. या लवणाचा पुरेसा अंश खताच्या द्वारा धान्य भाजीपाला फळे यात, त्याचप्रमाणे चारादाण्याच्या द्वारा मास व अंडी, यातही असतो. काही डोंगराळ प्रदेशात या लवणाचा पुरवठा असावा तेवढा भूमीत नसतो. म्हणून तेथे उत्पन्न झालेल्या अन्नातही तो अपुराच असतो. त्यामुळे आरोग्य बिघडते. तसे न व्हावे म्हणून हे लवण पाण्यात विरघळवून पिणे अवश्य असते.

सामुद्रप्लोषद NaF हे आणखी एक लवण शरीरधारणेस अवश्य आहे. दात आणि हाडे यांच्या घटनेत त्याचा लहानसा का होईना पण एक भाग अवश्य असतो. ते लवण कमी पडल्याने आणि अधिक झाल्यानेही दातांच्या रचनेत बिघाड होतो. अमेरिकेतील काही संस्थानात या गोष्टीचे प्रत्यंतर आलेले आहे. आपल्याकडे याचा नीट तपास झालेला नाही. आहारातील याचे दैनंदिन अवश्यमान आयोदापेक्षाही कमी आहे. ते अन्नद्वारा आपल्या शरीरात जाते. ज्या ठिकाणी त्याचा तुटवडा आहे तेथे ते पाण्यातून तसेच दुधातून पिण्यास देण्याची चाल आहे.

प्रकरण ४८

कोंडयाचा मांडा आणि भुशाचे सार

शाकाहार आणि मांसाहार असे दोन आहाराचे प्रकार आहेत. त्यापैकी शाकाहाराचा मोठा भाग धान्याचा असतो. आहाराच्या जिनसामध्ये धान्यच स्वस्त असते, कारण त्याचे पीक भरपूर येते आणि ते साठविताही येते. कोरडे धान्य पक्षी पचवू शकतात. पण माणसाला तसे सामर्थ्य नसते. भिजवून मोड आणलेले धान्य माणूस थोडेसे पचवू शकतो. असे धान्य कोणी पोटभर पचवू शकला तर त्याचे आरोग्य चांगले राहते, पण ही गोष्ट सहसा घडत नाही. तांदुळाभोवती तूस असते ते काढावेच लागते. नंतर त्याच्या आत बराच कोंडा असतो तो काढून टाकून स्वच्छ तांदूळ मिळतात. त्याचा भात करण्याची वहिवाट आहे. हल्ली गिरणीत तांदूळ भरडतात तेव्हा त्याच्या तुसाबरोबर त्यांचा कोंडाही निघून जातो. तुसापासून कोंडा वेगळा काढता येतो. अशा कोंड्याच्या भाकरी चांगल्या होतात तशा करून खाण्याची वहिवाट पूर्वी होती. लाकडी चक्कीने किंवा हातकांडणीने तुसे काढीत तेव्हा बराच कोंडा तांदुळाच्या दाण्याला चिकटून राही. तो कांडून वेगळा करून त्याचीही भाकरी करीत.

गव्हाची तुसे काढून टाकली म्हणजे गव्हाचा दाणा उघडा पडतो. त्याला पिंगट फोलकट असते, पण तांदुळाच्या कोंड्यासारखा चिकट कोंडा नसतो. **तांदुळाच्या कोंडयात ओषट द्रव्य असते. ते काही काळाने खवट होते.** तुसासकट तांदूळ ठेवून आयत्यावेळी कांडून घ्यावयाचे अशी चाल असे तेव्हा ओषटाचे हवेपासून संरक्षण स्वाभाविक रीतीने होत असे. कांडल्यानंतर सुद्धा हवाबंद भांड्यात साठविल्यास अंशतः संरक्षण मिळते. पण तशी व्यवस्था अद्यापि झालेली नाही. कोंड्यातून ओषट आणि अन्य उपयोगी द्रव्ये काढण्याचीही सोय अजून झालेली नाही. म्हणून उपयोगी अन्नद्रव्ये वायाच जात आहेत. गहू दळले असता फोलाचे तुकडे होतात. ते चाळून व पाखडून वेगळे निघतात. त्यांना गव्हाचा भुसा म्हणतात. हा भुसा काढून टाकला म्हणजे स्वच्छ पीठ खाली राहते. त्याला मैदा म्हणतात. मैदा म्हणजे मऊ पीठ. भुसा सर्व निघाला नाही, थोडासा राहिला म्हणजे मळकट पीठ राहते त्यास कणीक म्हणतात. गहू अमळ भरड दळले म्हणजे त्याचे तुकडे होतात त्याला रवा म्हणतात. रवा खरखरीत असतो, कणीक मध्यम असते, मैदा मऊ

असतो. कणिका म्हणजे लहान कण आणि मैदा म्हणजे मऊ कण असा अर्थ दिसतो. कणकेत कोंडा किंवा भुसा म्हणा थोडासा राहतोच. रव्यातला कोंडा आपण पाखडून काढतो, आणि मैद्यातला गाळून काढतो. रव्याचा सांजा करतात, कणकेच्या पोळ्या करतात, मैद्याचे मांडे करतात. कोंडा साधारणतः त्याज्य समजतात म्हणून कोंड्याचा मांडा करणे म्हणजे टाकाऊ गोष्टीचा उपयोग करून मोलाची गोष्ट करणे अशा अर्थाची म्हण रूढ झाली आहे. कोंड्याचा मांडा करणे या म्हणीत कोंडा आणि मांडा हे दोनही शब्द लाक्षणिक रीतीने वापरले आहेत. दोनही अर्थापासून आपल्याला बोध घ्यावयाचा आहे.

आहारशास्त्राच्या कसोटीने पाहता **कोंडा हा काही निरुपयोगी जिन्नस नाही,** उपयोगी आहे. मांडा हा जिन्नस खाद्य या दृष्टीने उत्कृष्ट आहे असेही नाही. गहू या धान्यातला एक भाग कोंडा आणि दुसरा भाग मैदा, त्याचा करतात मांडा. रोज जर कोणी पोटभर मांडे खाऊन राहू लागला किंवा पोटभर कोंडाच खाऊन राहू लागला तर ते हितावह होणार नाही. रोज कणकेची पोळी खाऊन राहू लागला तर मात्र काही बिघडणार नाही. पोळीमध्ये कोंडा व मैदा दोनही भाग यथाप्रमाण असतात ही गोष्ट अनुभवाने कळून आलेली आहे. गव्हामध्ये कोंडा असतो तितका सर्व त्यातल्या सर्व मैद्याबरोबर पाहिजे असतो असे नाही. त्यातला थोडासाच पाहिजे असतो. पाहिजे त्याहून कोंडा अधिक असतो. तेवढा अधिक भाग काढून टाकणे हितावह असते. पण **सर्वच कोंडा काढून टाकणे हितावह नसते. हे सत्य बऱ्याच कटु-अनुभवावरून शास्त्रज्ञांना कळून आलेले आहे.**

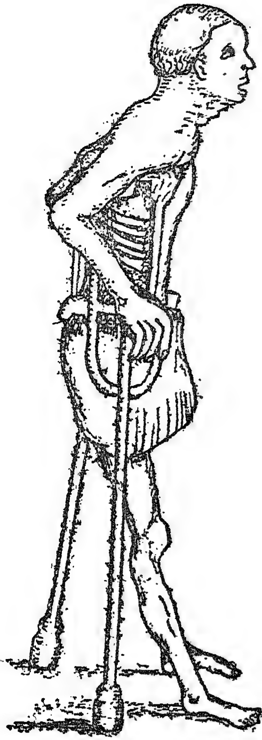
B जीवातुगण[१] म्हणून आज फार प्रसिद्ध आहे. लहानमोठ्या विकारावर औषध म्हणून त्याचा उपयोग हरघडी चालू आहे. काही प्रसंगी या B गण नामक औषधाचा परिणाम अगदी जादूच्या कांडीसारखा होतो यात शंका नाहीं. **B जीवातू म्हणून एक चीज आहे ही गोष्ट, जपानी आरमारी लोकांना जो कटू अनुभव आला त्याचा तपास करता करता कळून आली.** बेरीबेरी या नावाचा रोग चीन व जपान या देशात पुरातन कालापासून वारंवार दृष्टोत्पत्तीस येई, असे वाङमयावरून दिसून येते. १८७८ ते १८८३ या काळात जपानी आरमारी माणसांची शिरगणती ५००० होती. त्यापैकी १००० ते २००० लोक दर वर्षी बेरीबेरी या रोगाने आजारी पडत, इतकेच नव्हे तर मृत्युमुखी पडत. याच काळात युरोपीय आरमारातील लोक रोगापासून पूर्णपणे अलिप्त होते. जहाजावरील स्वच्छतेच्या व्यवस्थेतही जपानी आरमार युरोपीय आरमाराच्या बरोबरीचेच होते. यावरून दोष असलाच तर तो आहारातच असला पाहिजे, असे जपानी

अधिकारी टाकाकी याच्या लक्षात आले तेव्हा चाचणीसाठी त्याने एकाच मोठ्या प्रवासातील दोन जहाजांपैकी एका जहाजातील खलाशांच्या आहारात काही बदल न करता दुसऱ्यात मात्र करून पाहिला तो असा. तांदूळ कमी केला, इतर धान्य वाढविले आणि भाजीपाला मांस व आटीव दूध यांची भर घातली. परिणाम असा झाला की, पहिल्या जहाजावरील खलाशी २७६ होते त्यातील १६९ बेरीबेरीने आजारी झाले. त्यातील २५ मेले. दुसऱ्या जहाजावर खलाशी तितकेच होते. त्यातील १४ जणांनी बदललेल्या आहाराचा सांगितल्याप्रमाणे उपयोग केला नाही, टाळाटाळ केली. परिणामी नेमके तेवढेच लोक बेरीबेरीने आजारी झाले. कोणीही दगावले नाही. या अनुभवावरून बोध घेऊन वरिष्ठ अधिकाऱ्यांनी जपानी खलाशांच्या आहारात सरसकट बदल केला. परिणाम असा झाला की, त्यानंतर आरमारात बेरीबेरी रोग पुनः दिसला नाही. बेरी-बेरी हा रोग आहारदोषानेच उद्‌भवतो याविषयी आता तरी शंका राहू नये. पण तसे घडले नाही. जे घडले ते त्याच्या उलट घडले.

1 Vitamin B complex.

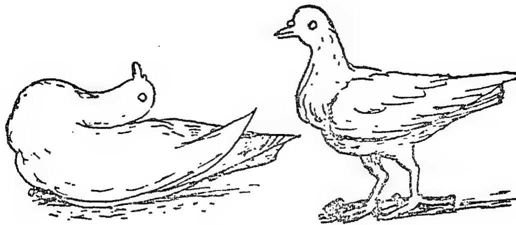
अधिकारी टाकाकी याने आपले मत निःसंदिग्धपणे असे सांगितले की बेरीबेरी हा विकार आहारदोषानेच उद्‌भवतो, आणि आहारातील प्रस्तुत बदल हेच सुधारणेचे खरे कारण आहे. याविधानाबरोबर त्याने असेही विधान केले की प्रोतीनाची कमतरता हा खरा दोष आहे. हे त्याचे शेवटचे विधान चूक होते हे समजून येण्यास बराच काळ लागला. आहार दोष हे बेरीबेरीचे कारण आहे हे सुद्धा इतर वैद्यकीय अधिकाऱ्यांना पटले नाही. स्वच्छता हे सुधारणेचे कारण असे त्यांनी मत दिले. स्वच्छतेसंबंधी नव्या सुधारणा याच सुमारास अमलात आल्या असल्यामुळे असा समज सहज उत्पन्न झाला आणि बळावला. टाकाकीच्या सूचने-प्रमाणे शुद्ध प्रोतीनाची भर घातली तर सुधारणा होत नाही असे त्यानंतर हळूहळू आढळून आले.

पुढील इतिहास समजण्यासाठी **बेरीबेरी** या विकाराची लक्षणे पाहून घेतली पाहिजेत. हातापायाचे सांधे जखडल्यासारखे होणे हे पहिले लक्षण आहे. त्यानंतरचे लक्षण हातपाय विशेषतः पोटऱ्या दुखऱ्या होणे हे आहे. नंतर पायावर ताबा नाहीसा होऊन ते लुले होणे, हे तिसरे लक्षण उमटते. बेरीबेरीचा दुसरा एक प्रकार आहे त्याचे मुख्य लक्षण जागोजाग फुगी येणे हे आहे. फुगवटी येणे आणि त्या ठिकाणी त्वचेखाली पाणी साठणे, अशी लक्षणे एकामागे एक उमटतात. पोटामध्ये पाणी साठणे हेही लक्षण उमटते यास जलोदर म्हणतात. हृदयाचा


आ० ४८·१
बेरीबेरीने लुळा झालेला माणूस

दुखरेपणा, अशक्ती आणि मृत्यू अशी परंपरा दृष्टीस पडते. तत्त्वदृष्टीने पाहता चैतनिक तंतूंना अपाय घडणे हे या विकाराचे प्रधान लक्षण ठरते. मध्यवर्ती चैतनिक व्यूहास अपाय होत नाही. पण परिसरातील व्यूहाला होतो. हा दुखावा अनेक तंतूंना एकदम होत असतो. १८९७ त ईस्ट इंडीजमध्ये वैद्यकीय कामगिरी करणारा एक डच अधिकारी होता. त्याचे नाव ऐकमान. त्याला बेरीबेरीचे आतुर पुष्कळ पहावयास मिळाले. एकदा आजारी कोंबडयावर त्याने मुद्दाम लक्ष ठेवले. तेव्हा त्यांचाही आजार बेरीबेरीच होता असे त्यास आढळून आले.

ऐकमान याने बेरीबेरी हा विकार कोंबडयांना झालेला पाहिला पण तेवढयाने त्याचे समाधान झाले नाही. या आजारी कोंबडया कोठे वावरतात, काय खातात, या गोष्टींचा तपास त्याने केला. त्या कोंबडया तुरुंगाच्या आवारात वावरतात आणि तेथे कैदी लोकांनी खाऊन उरलेला भात खातात असे त्याने पाहिले. त्याच तुरुंगावर अधिकारी म्हणून ऐकमान काम पहात होता. नंतर


आ० ४८·२ बेरीबेरीने रुग्ण आणि अरुग्ण पारवे.

त्याने त्या कोंबड्यावर आहाराचे प्रयोग करण्याचे ठरविले. कोंबड्या पिंजऱ्यात ठेऊन, त्यांना कोंडा काढून साफ पांढरा केलेला तांदूळच द्यायचा असे करताच त्या कोंबड्यांना हटकून बेरीबेरी विकार जडे असे नियमाने आढळून आले. असेच प्रयोग पारव्यावर करून पाहिले असता असेच परिणाम दिसून येतात. **तांदुळाचा कोंडा साफ उडाल्याने जी उणीव उत्पन्न होते तिचाच परिणाम बेरीबेरी होय,** या सत्याचे प्रत्यंतर यानंतर तीन वर्षांनी मनीला बेटावरील तुरुंगामध्ये आले ते असे :-

१९०० मध्ये अमेरिकन सैन्याधिकाऱ्यांच्या हाती त्या तुरुंगाची व्यवस्था होती. तेव्हा त्यांनी सुधारणा म्हणून कैद्यांच्या आहारात बदल केला. त्यांना जाडे भरडे मळके तांदूळ देत असत. ते थांबवून त्याऐवजी मुद्दाम खरडून सफेत केलेले तांदूळ देण्याचा उपक्रम केला. परिणाम मात्र विपरीत झाला. अगोदर तेथे बेरीबेरी तुरळक होई, पण नंतर भराभर एकाशेजारी एक बेरीबेरी रोग्यांची गर्दी झाली. झाले! लगेच हा साथीचा रोग आहे असे समजून सफाई करणे, भुईभिंती धुणे, जंतुनाशकांचा मारा करणे, असले उपाय सुरू झाले. त्यांना यश आले नाही. तेव्हा हा विकार संसर्गाचा नसून आहारदोषाचा आहे की काय अशी चवकशी सुरू झाली. नंतर जपानी आरमारात **आहारसुधारणा केल्या** त्याच तेथे केल्या **तेव्हा रोग शमला.**

१९०८–९ मधे आणखी एक कटू अनुभव आल्यानंतर वैद्यकीय विद्वानांची अशी खात्री पटली की बेरीबेरी हा रोग आहारदोषामुळेच उत्पन्न होतो आणि त्याचा प्रतिबंध करण्याचा मुख्य उपाय म्हणजे आहार सुधारणे हाच होय. दुसरा एक अनुभव असा: फिलिपाईन बेटामधे पुरश्चर मंडळी होती. त्यांच्यात त्या वर्षी बेरीबेरीने अगदी कहर केला. त्यांचा आहार होता तो असा :- १२ औंस गोमांस, ८ औंस मैदा, ८ औंस बटाटे, २० औंस सफेत तांदूळ. अनेक पर्याय करून पाहून शेवटी आहार ठरला तो असा : सफेत तांदुळाऐवजी करड तांदूळ १६ औंस, आणि सुके वाल १·६ औंस, इतर यथापूर्व. **तांदूळ सफेत ठेवूनदेखील वाल आहारात आणले तर आरोग्य सुधारते.** पण न जाणो कोणी वालाचा कंटाळा केला तर नुसत्या सफेत तांदुळाने आरोग्य बिघडणारच. तर तसे होऊ नये म्हणून तांदूळ करडच द्यावयाचे. वालावाचून देखील इष्ट परिणाम व्हावा म्हणून प्रस्तुत आहार ठरविण्यात आला.

बेरीबेरी हा विकार प्रतिष्ठित पुरश्चर लोकात दृष्टीस पडे, यावरून तो उपासमारीने उद्भवला नव्हता हे सिद्ध झाले. तांदुळाच्या कोंड्यात काही द्रव्य

असे असते की त्याच्या अभावी बेरीबेरी रोग होतो एवढे नक्की ठरले. हे द्रव्य कोणते ते मात्र अन्नाची रासायनिक छाननी केल्याशिवाय कळणे शक्य नव्हते. प्राण्यावर प्रयोग करण्याची व्यवस्था असलेली प्रयोगशाळा असली तरच असली छाननी करता येणे शक्य आहे. १९०२ च्या नंतर असल्या प्रयोगशाळा निघाल्या. आरंभी अनुभव आला तो असा :– तांदुळाचा कोंडा पाण्यात ठेवला तर त्याचा काही भाग पाण्यात विरघळतो. **कोंडा उकळत्या पाण्यांत ठेवून तो गाळून टाकून विरघळा राहतो तो जर चहासारखा बेरीबेरीच्या रोग्यांना दिला तर त्यांचा रोग बरा होतो.** या अनुभवावरून प्रस्तुत जीवातु-द्रव्य पाण्यात विरघळणारे असून ते कोंडयात असते असे सिद्ध झाले. पण प्रस्तुत विरघळ्यात एकच द्रव्य असते असे नाही, त्यातील बेरीबेरी प्रतिबंधक कोणते ? हा प्रश्न शिल्लक राहिलाच.

बेरीबेरीचा प्रतिबंध करणारे जे **द्रव्य** कोंडयाच्या काढयात आढळते ते रसायनदृष्टया **अमोदीन असते**. व्हिटामाईन या शब्दातील अमाईन हा भाग या द्रव्याच्या बाबत खरा आहे. त्यात NH_2 घटा आहे. त्यात आणखी घटक विशेष आहे तो गंधक हा आहे. या दोन लक्षणावरून या जीवातूला गंधकामोदीन[1] असे नाव दिले आहे. त्यालाच B_1 म्हणतात. हे जीवातू सर्व धान्यात असते. गहू बाजरी जोंधळा तांदूळ ही एकदलिक धान्ये होत. त्यांच्या कोंडयात ते असते. हा कोंडा म्हणजे बीचे सालपट होय. तांदुळाचे हे सालपट चिकट असते. ते सबंध कधीच सोलून निघत नाही. त्याचे तुकडे होऊन कणकण निघतात. त्यामध्ये थोडेसे ओषट असते. ते कालांतराने खवट होतें. वेगळा काढलेला कोंडा यामुळे काही दिवसांनी खराब होतो. ताजा कोंडा मात्र हितावह असतो. इतर धान्यांच्या कोंडयात ओषटांश नसतो, किंवा अगदी थोडा असतो. तरी त्यात जीवातू B_1 असतेच. प्रौढ माणसाच्या जीवनाला १.५ ते २ ग्रामसहस्रांश गंधकामोदीन प्रतिदिवशी लागते. कणकेमध्ये साधारणपणे ग्रामशंभरी अर्धा ग्रामसहस्रांश गंधकामोदीन असते. इतर धान्यातही ते त्याच सुमारास असते.

1 Thiamine. Aneurin. चेतनी-दोषहारक.

एकदलिक धान्ये आणि द्विदलिक धान्ये यातला मुख्य भेद दलिका एकच असणे आणि दोन असणे हा आहे. द्विदलिक धान्याच्या दलिका सहज वेगळया होतात. त्याच्यामधे अंकुर असतो. सबंध डाळदाण्याला भोवती फोल असते. दाणा भिजला म्हणजे ते आपोआप फुगून मऊ होऊन फुटून जाते. दाणा न भिजवतासुद्धा तो भरडला म्हणजे त्याचे तुकडे होऊन सुटून निघतात. हे फोल म्हणजे बीजाचे वेष्टण असते. द्विदलिकांपैकी ज्यांना शेंगा येतात त्यांना **कडधान्ये** म्हणतात. शेंगेचे जे

टरफल असते ते काढून टाकून दाणे साठवण्याची वहिवाट आहे. या टरफलाच्या आत एक किंवा बहुधा अनेक बीजे असतात. हेच कडधान्याचे दाणे होत. या दाण्याच्या अंगचे **फोल काढून टाकून जो दाणा शिल्लक राहतो त्यात देखील B_1 जीवातू असते** हा या धान्याचा विशेष आहे. एकदलिक धान्याच्या दलिकेमध्ये B_1 जीवातू असते ते त्याच्या कोंड्यातच फक्त असते. म्हणून त्याचा कोंडा काढून टाकल्याने जीवातू टाकले जाते. तसे कडधान्याचे नाही. कडधान्याच्या दलिकेमध्ये देखील B_1 जीवातू असते. म्हणून त्याचे फोल अन्नात राखून ठेवणे तितकेसे अवश्य नाही. तांदुळाचा कोंडा काढलेला असला तर त्या जीवातूची भरपाई करण्याकरता द्विदलिक धान्याची जोड देण्याची आवश्यकता विशेष असते.

फळे किंवा पालेभाज्या यामध्ये B_1 जीवातूचा अंश असतो पण तो फार थोडा असतो. या जिनसामध्ये पाण्याचा अंश पुष्कळ असतो. शिवाय हे जिन्नस आपण चवीपुरतेच खातो. पोटभरीचे खात नाही. तसे खाणे इष्टही नाही. **धान्याचे जिन्नस** मात्र आपण **पोटभरीचे** खातो. तेव्हा **त्यातच जीवातू भरपूर असणे अवश्य आहे**. सैपाकघरात जीवातू वेगळे काढून मोजणे अशक्य आहे म्हणून ते ज्यात असते तो भाग भरपूर राखून ठेवणे हेच अवश्य ठरते.

कर्णाक तयार करताना जीवातु भाग सहज राखला जातो, रवा मैदा किंवा सपीठ यात मात्र तसा राखला जात नाही. म्हणून रव्यामैद्याची अन्ने रोजच्या आहारात नसावीत. असली तर गंधकामोदीनाच्या भरतीसाठी त्यास द्विदलिक धान्याची जोड द्यावी. सफेत तांदुळाची गोष्टही तशीच आहे. त्यासही द्विदलिकाची जोड पाहिजे. ही गोष्ट न साधल्यास B_1 जीवातू औषध म्हणून मिळण्याची व्यवस्था झालेलीच आहे. अमेरिकेतील संयुक्त संस्थानात कारखान्यातच गव्हाच्या पिठात मोजके गंधकामोदीन भरीला घालण्याची व्यवस्था झालेली आहे. कोंडा किंवा भुसा यात गंधकामोदीन हे एकच जीवातू आहे असे नाही तर आणखीही काही आहेत. सर्वा मिळून B **गण** म्हणतात. तसाच तो औषध म्हणून मिळतोही.

कोंड्यामध्ये जीवातुद्रव्य आहे याचा पक्का सुगावा १९११, १२ तच लागला होता परंतु ते विमक्त करून त्याची रासायनिक घटना समजण्याला आणखी बरीच वर्षे लागली. १९३६ त हा प्रश्न पूर्णपणे सुटला. त्यापूर्वीच १९२८, ३४, ३५ मध्ये कोंड्याच्या काढ्यातली आणखी काही द्रव्ये जीवातुप्रतिष्ठेची आहेत असे प्रत्ययास आले होते. होता होता १९४८ त अशा **बारा द्रव्यांनी अशी प्रतिष्ठा मिळविली.** त्या सर्वामिळून B गण अशी संज्ञा रूढ झाली १९३२ त B_2 उघडकीस आले. त्याला प्रथमतः दुग्धपीतोन[१] आणि नंतर **शर्करीपीतोन**[२] अशी नावे मिळाली. सांप्रत

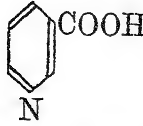
दुसरेच नाव विशेष रूढ आहे. त्याचा संक्षेप **री–पीतोन** असा केला आहे. हे **दुधात, धान्यात, फळात आणि विशेषत: पालेभाज्यात आढळते.** हे द्रव्य पिवळे असते आणि त्यात पंचकार्बनी शर्करी संयुक्त असून CO ही हलोन घटाही असते. त्यावरून रीपीतोन असे नाव सिद्ध झालेले आहे. दैनिक आहारात री–पीतोन २ mg असावे असे शास्त्रज्ञ सांगतात. इतके री-पीतोन मिळविण्यास १० ते ११ लिटर दूध पाहिजे ! एवढे जीवातू पाव किलोग्राम धान्यात मिळेल.

1 Lactoflavin. 2 Riboflavin.

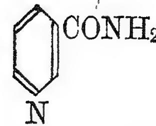
री-पीतोनाची ओळख प्रथम एका रोगावरील औषध म्हणून झाली. हा आजार मोठा नव्हता. पण मोठा काय अगर लहान काय आजार तो आजारच. ओठाला तडे जाणे, डोळे दिपणे, ते दुखरे होणे, त्यांची दृष्टी कमी होणे, थोडक्या वाचनादी कामानी ते दमणे, अशी लक्षणे उमटली असता रीपीतोनाच्या सेवनाने ती जातात. असा अनुभव आला तेव्हा अन्नाच्या जिनसांची तपासणी केली गेली. कमी अधिक मानाने हे द्रव्य धान्य भाजीपाला दूध, यात असते असे आढळून आले. मग मुद्दाम ते वर्ज्य करून आहाराच्या जिनसा केल्या. त्या देऊन उंदीर गिनिपिग इत्यादी प्राण्यावर काय परिणाम होतो ते पाहिले. तेव्हा त्यांनाही काहीना काही बारीकसारीक आजार होतो, त्यांची वाढ नीट होत नाही, इत्यादी अनुभव आले. म्हणून या द्रव्याची गणना जीवातुद्रव्यात झाली. **धान्याच्या कोंड्यात किंवा भुशात साधारणपणे गंधकामोदीना-इतकेच रीपीतोनही असते.** शरीराला गरज मात्र रीपीतोनाची अधिक असते. म्हणून पहिल्यापेक्षाही या दुसऱ्या जीवातूकरता तो आहारात राखणे अगत्याचे आहे.

धान्याचा कोंडा हे जीवातूंचे आगरच म्हटले तरी चालेल. त्यातील दोन जीवातु द्रव्ये सांगितली. आता आणखी एक जोडी सांगणे आहे. या जोडीला न्यासीन[1] म्हणतात. तांदूळ जोंधळा बाजरी गहू हीच आपल्याकडील एकदलिक धान्ये विशेष प्रचारात आहेत. याशिवाय मका हे धान्यही आपल्या परिचयाचे आहे. पण ते इतर धान्याइतके प्रचारात नाही. अमेरिकेतील काही भागातील नीग्रो लोकात या धान्यावरच विशेष भर आहे. कारण हेच धान्य सर्वात स्वस्त आहे. अशा लोकांमधे एक रोग विशेष दृष्टीस पडतो त्याचे नाव पालेग्रा. या रोगाची मुख्य लक्षणे अशी. जीभ बोजड होणे, **त्वचेवर सर्वत्र थोडीबहुत सूज येणे, त्वचेची सोलपटे मधूनमधून गळून पडणे, हातपायाच्या त्वचेस भेगा पडणे, त्वचेवर थोडथोडे डाग पडणे इत्यादी. अशा विकारावर निकेतिनिक-अम्ल[2] व निकेतिनिक-अमोद्य[3] या औषधांच्या जोडीचा उत्तम उपयोग होतो या जोडीलाच न्यासीन म्हणतात.**

1 Niacin. 2 Nicotinic acid. 3 Nicotinamide.



निकेतिनिक अम्ल



निकेतिन अमोद्य

न्यासीन हे आपल्या शरीरात असावे लागते म्हणून त्यास जीवातू म्हणावयाचे. तथापि अमुक इतके न्यासीन दैनंदिन आहारात असावे लागते असे सांगता येत नाही. कारण माणसाच्या **आतड्यात नित्य वसती करणारे काही निरुपद्रवी वानुजंतू असतात ते अन्नातील अमोदीन अम्लातून हे द्रव्यद्वंद्व उत्पन्न करू शकतात.** तसे ते आयतेच माणसाच्या उपयोगी पडते. तेव्हा अन्नात न्यासीन असावे लागते असे नाही. न्यासीन अन्नात नसताना किंवा अगदी थोडे असताना काही माणसांचे जीवन चांगले चालते, सर्वांचेच चालते असे नाही. काही जणांना ते अन्नात समाविष्ट करणे अवश्य असते. न केल्यास काही ना काही वर सांगितलेल्या धरतीचे विकार होतात. अशा लोकांच्या बाबतीत तरी निदान न्यासीन हे जीवातुद्रव्य आहे. आणखी एक गोष्ट अशी आढळते की, एकादा माणूस काही काळ न्यासीनाशिवाय निरोगी राहू शकतो पण सर्व काळ तसे करू शकत नाही. केव्हा तरी त्याचे आरोग्य बिघडते आणि न्यासीनानेच सुधारते. म्हणून एकंदर आहार ठरविताना न्यासीन जमेस धरणेच अगत्याचे असते. **तांदूळ गहू इत्यादी एकदलिक आणि मूग मटकी इत्यादी द्विदलिक धान्यांच्या अंगी न्यासीन असते.** ज्यांना त्याचा पुरवठा अन्नात पाहिजे असतो त्यांना तो १५ ते १७ mg इतका अवश्य असतो.

B गणात ज्या जीवातूंची गणती केली जाते ती द्रव्ये मानवावर नव्हे तर इतर प्राण्यावर, पशुपक्ष्यावरच काय पण लहानसहान जीवजंतूवर प्रयोग करताना आढळून आली आहेत. नंतर त्यांच्या आवश्यकतेविषयी प्रयोगप्रत्यंतर माणसावरही घेण्यात आलेले आहे. त्यात काही माणसांच्या बाबतीत अनवश्यक आहेत, म्हणजे खरोखरी ती माणसाची जीवातुद्रव्ये नव्हेत, असे समजून चुकले आहे. चार जीवातूंचा वर उल्लेख केला आहे. पाचवे माणसास लागू नाही. **सहावे** माणसास उपयोगी आहे त्याचे नाव **परिधीनौज, सातवे प्रांचनाम्ल,** आठवे मानवास अनवश्यक आहे. नववे **वानसीन.** दहावे पल्लविकाम्ल. अकरावे विवाद्य आहे. **बारावे कोबामोद्य.**

तांदुळाचा कोंडा आणि गव्हाचा भुसा हे तुच्छ पदार्थ होत असा साधारणतः समज आहे. सर्वच धान्य घरगुती पद्धतीने साफ करण्याची वहिवाट होती तोवर

ान्यात तौकीर व प्रोतीन यांच्या बरोबर जीवातुद्रव्ये इतकी विपुल येत की, ा कोंडा किंवा भुसा टाकून दिला असता अन्नात जीवातूंची उणीव उत्पन्न से. परंतु दळण्याकांडण्याची मोठीमोठी यंत्रे उभी राहिली आणि रुचीपेक्षा ःपणाकडेच लक्ष अधिक लागले तेंव्हा वाजवीपेक्षा जास्त प्रमाणात कोंडा व काढून टाकण्याकडे कल पडला. त्याचा परिणाम बेरीबेरीसारखे रोग होण्याकडे झाला. तांदुळाचा कोंडा तर आता आहारात येणे अशक्यच झाले ाफसफेत केलेले तांदूळच बाजारात मिळतात. त्यात किंचित् कोंडा असतो. ुऊन टाकून सफेत भात करण्याकडेच सैपाकी मंडळींचा कल आहे. इतर ्या मानाने तांदुळाचा वापर कमीच असतो. इतर धान्यात जीवातुद्रव्ये जातात तेंव्हा कोंड्यातल्या जीवातूंची उणीव बाधत नाही. परंतु बाल, ाणि आजारी यांना जीवातू कमी पडतात. या मंडळींना डाळदाणा सोसला देणेच इष्ट आहे. बहुधा तो सोसत नाही. असे असल्यास त्याना सबंध गा नाही तर **डाळीचे पाणी** देणे अवश्य आहे. ते त्यांच्या हिताचे आहे. ़ प्रकृती बिघडून जीवातु B गण औषध म्हणून घेणेच भाग पडेल.

तांदुळाच्या कोंड्यावर बहिष्कार पडलाच आहे. हळू हळू गव्हाच्या भुशा- ो पडण्याची पाळी आली आहे. घरगुती पोळ्या खाण्याचा प्रघात कमी होत आहे. त्याची जागा भटारखान्यातल्या पावांनी घेतली आहे. पावांच्याकरता वजी मैदाच वापरण्याकडे कल आहे. त्यामुळे रोजच्या खाण्यातील गव्हातली द्रव्येही वाया जात आहेत. अशा परिस्थितीत जीवातु B गण घेण्यावाचून नाही. जोवर आपल्या खाण्यापिण्यातल्या जिनसात धान्यच प्रमुख आहे ्यातील कोंड्याचा मांडा किंवा भुशाचे सार टाकणे युक्त नाही.

दुधामधे जीवातुद्रव्ये आणि लवणेही बहुश: भरपूर असतात. पण दुधाचा ुद्धा अगदी कोता आहे. अंड्यात B गण आहे. साध्या मांसात तो विशेष ण यकृतात आहे. तथापि मांसाहारी लोकात देखील यकृत हा काही नेहमीचा ार्थ नाही. यकृताचा रस्सा औषध म्हणूनच घेण्याची पाळी येणार आहे. ा आली आहे म्हटले तरी चालेल.

ान्य हाच ज्यांचा प्रमुख आहार आहे त्यानी कोंड्याचा मांडा करणे किती आहे ते यावरून समजून येईल.

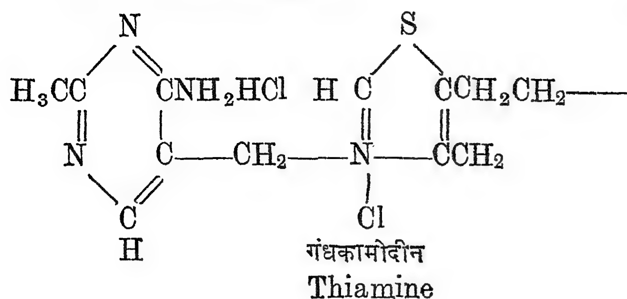
ीवातू द्रव्ये जेंव्हा एकामागून एक उघडकीस आली तेंव्हा ती कोण्यारीतीने उपयोगी पडतात ते माहीत नव्हते. ती जीवितास अवश्य आहेत एवढेच

माहीत होते. त्यानंतर त्यांची रासायनिक घटना समजून आली आणि, शरीरातील इतर द्रव्यांशी त्यांच्या काय विक्रिया होतात याविषयी तपास सुरू झाला. या तपासात असे समजून आले की, शरीरातील विविध घडामोडीमध्ये या जीवातूंचा **मध्यस्थ म्हणून उपयोग** असतो. प्राशनीत अन्नपचन होते तेव्हा मोठे रेणू मोडून लहान रेणू उत्पन्न होतात. या क्रिया घडवून आणण्यास जी द्रव्ये उपयोगी पडतात त्यांना पाचक द्रव्ये म्हणतात. त्यांनाच **वितंचके** म्हणतात. पाचक स्रावात त्यांचा भरणा असतो. त्याचे पचनाचे काम झाल्यावर ती अन्नशेषाबरोबर विष्टेत निघून जातात. त्यातली काही परत रक्तात शोषली जातात. त्यांचे निरूपण पचनप्रकरणी करू. अन्नातून उत्पन्न झालेली लहान लहान रेणू असलेली द्रव्ये म्हणजे अन्नविपाक. ते रक्तात गेल्यानंतर त्यांचा विनियोग ठिकठिकाणच्या गात्रात होत असतो. तेथे नाना विक्रिया घडत असतात. काही द्रव्यापासून गात्रातील प्राकल द्रव्य तयार होत असते. काही द्रव्ये साठवणीची असतात ती प्रसंगविशेषी वापरावयाची असतात. ती अशी उपयोगी पडण्याकरताही त्यांचे रासायनिक स्वरूप बदलावयाचे असते. हा बदल घडवून आणण्याच्या कामी काही वितंचकांचा उपयोग होतो. वितंचक म्हणजे कार्बनी निदेशक[1] अशी व्याख्या केली आहे. ही कार्बनी द्रव्ये प्रोतीन स्वरूपाची असतात. या **प्रोतीन द्रव्यांना जोडून दुसरी अप्रोतीन कार्बनी द्रव्ये बहुधा असतात त्यांना सहवितंचके[2] म्हणतात.** जीवातु B गणातील पुष्कळशी द्रव्ये सहवितंचके असल्याचे आढळून आले आहे.

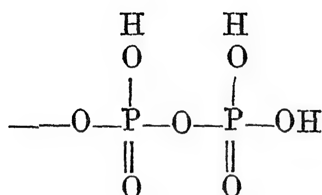
1 Catalyst. 2 Coenzymes.

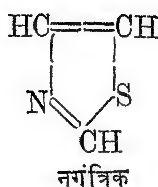
B_1 गंधकामोदीनात दोन हार असतात, एक पर्यमोद हार आणि दुसरा नगंत्रिक[1] हार. दुसऱ्या हारात दोन मणी N व S हे एकांतरित असतात. त्यातील N आणि पर्यमोद मण्यातील C हे CH_2 ने जोडलेले असतात. पर्यमोद हारातील जोडमणी C याच्या शेजारच्या C ला NH_2 HCl अशी घटा लागलेली असते आणि नगंत्रिक हारातील एका C मण्याला CH_2 CH_2 OH अशी घटा लागलेली असते. या घटेतला OH पस्फुरिकाम्लाच्या एका H बरोबर निघून जाऊन गंधकामोदीन पस्फुरिक असे संयुग सिद्ध होते. **मांसकार्य घडत असताना द्राक्षजेपासून तक्रिकाम्ल आणि नंतर कार्बनिकाम्ल उत्पन्न होते. या विक्रिया घडताना अनेक वितंचके कामास येतात. त्याबरोबर प्रस्तुत संयुग सहवितंचक म्हणून कामास येते.**

1 Thiazole.



गंधकामोदीन
Thiamine





नगंत्रिक

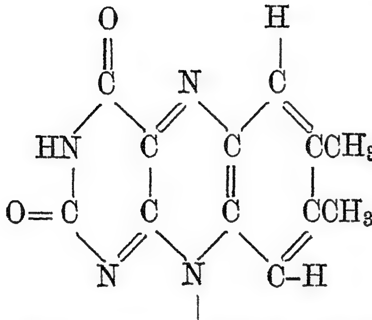
मध्यम पस्फुरिकाम्ल
Pyrophosphoric acid (Thorpe P. 138)

B_2 **री-पीतोन.** हे द्रव्य ऊर्वण-क्षपण क्रियात उपयोगी पडणारे आहे. प्रत्यक्ष स्वतंत्र ऊर्वरेणू O_2 नसताना ऊर्वणक्रिया घडते. दुसरे एकादे द्रव्य उज्ज H_2 स्वीकारणारे असते. **उज्जत्याग म्हणजेच ऊर्वण** असते. **ही द्रव्ये** केवळ मध्यस्थ असतात. ती **उज्ज घेऊन नंतर ऊर्वाला देतात आणि स्वतः पुनः उज्ज स्वीकारण्याला योग्य होतात.** उज्जत्याग हेच ऊर्वण आणि **उज्जस्वीकार हेच अनूर्वण असते.** ऊर्वण आणि अनूर्वण यांनाच वर्धन[1] व क्षपण[2] म्हणतात. या मध्यस्थ द्रव्यांचा एक संच असतो. या संचात वितंचके आणि सहवितंचकेही असतात. बहुतेक पेशिकात पिवळी पाण्यात विरघळणारी द्रव्ये असतात त्यांना पीतीन[3] म्हणतात. रीपीतोन हे त्यापैकीच एक आहे. पिवळी पेशिकाद्रव्ये वितंचके असतात ती उज्जत्यागास मदत करतात. ही वितंचके विशिष्ट प्रोतीन व पिवळे प्रकलांशप (प्राम्लांश) यांची संयुगे असतात. री-पीतोनात शर्करी एका त्रिदली हारातील मधल्या दलाच्या एका नत्र N मण्याला जोडलेली असते. या नत्रमण्याच्या समोर नत्रमणीच असून शेजारच्या हार-दलातही एकांतरात असतात. नत्राच्या पलीकडे CO घटा C

मण्याशीच जोडलेली असते. दुसऱ्या हारदलात दोन CH_3 घटा दोन ८ मण्यांना जोडलेल्या असतात. री-पीतोन पस्फुरिकाम्लाशी जुळून प्रकलांशप तयार होते. अधिप्रामोद शर्करी आणि पस्फुरिकाम्ल मिळून अधिप्रामोदिकाम्ल तयार होते. हे अम्ल प्रकलांशपास जुळून पीतोन-अधिप्रामोद-द्विप्रकलांश[४] तयार होत. हे मोठेथोरले संयुग सहवितंचक असते.

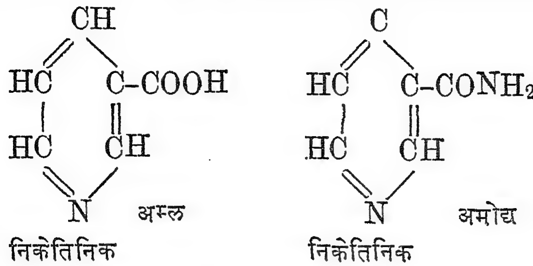
1 Oxidation. 2 Reduction. 3 Flavin. 4 Flavin-adeninedinucleotide.

री-पीतोन पाण्यात उकळविल्याने काही बिघाड होत नाही, परंतु उजेडाने मात्र ते बिघडते.



री-पीतोन. Riboflavin. $CH_2CHOHCHOHCHOHCH_2OH$

B_3, B_4. निकेतिनिक अम्ल म्हणून जे जीवातू सांगितले ते तंबाखूच्या अर्कापासून काढलेले अम्ल आहे. तंबाखूचा अर्क पातळ असतो. त्याचा उकळबिंदू २४८° आहे. त्याला दुर्गंध असतो. त्याच्या सेवनाने वेदनानाश होतो. त्याने सापालाही मूर्छा येते. त्यावरून त्याला निर्वेदक म्हणता येईल. तूर्त आपल्याला त्यापासून मिळणाऱ्या अम्लाशी कर्तव्य आहे. ते अम्ल असे अपकारक नाही. उलट ते जीवातू आहे. पेशिकाद्रव्यातून उत्पन्न होणाऱ्या दोन सहवितंचकांचा तो प्रमुख भाग असतो. **पेशिकेला जर जीवाचे निकेतन म्हटले तर हे अम्ल निकेतिनिकाम्ल म्हणता येते.** सहवितंचकात त्याचे अमोद्य संयुक्त असते. दोनही सहवितंचके वर्धनविक्रिया घडवून आणणारी आहेत. प्रथमतः ती स्वतः क्षपण पावतात आणि नंतर ऊर्वण पावून पूर्वरूप धारण करतात. सहवितंचकाचे मोठाले घटक निकेतिनिक अमोद्य, री-शर्करा, पस्फुरिकाम्ल आणि अधिप्रामोद असे असतात. एकाच्या रेणूत दोन तर दुसऱ्याच्या रेणूत तीन पस्फुरिक रेणू संयुक्त असतात एवढाच भेद. दोनही प्राम्लांश आहेत.



Nicotine amide dinucleotide = N A D नि अ द्व

Nicotine amide adenine dinucleotide phosphate = N A D P.
नि अ द्व प

B_6 प्रस्तुतगणातील सहावे जीवातु द्रव्य **परिधीनौज** हे आहे. सहा मण्यांच्या हारात एक नत्र आणि इतर कार्बन अणू असले म्हणजे त्यास परिधीन म्हणतात. याच्यात N ला दोन दुपाशांनी जुळलेला C सोडून पुढच्या दोन कार्बनाणूंना CH_2OH घटा जुळलेल्या असल्या म्हणजे एकंदर संयुगास परिधीनौज म्हणावयाचे. या दोन घटापैकी एकीच्या जागी CHO घटा आली आणि दुसरीच्या सांगडीत पस्फुरिक घटा आली म्हणजे एक सहवितंचक तयार होते ते परिधीनाहल-पस्फुरिक होय. **अमोदीनाम्लांच्या बऱ्याच घडामोडीस त्याचे साहाय्य होते.** अमोदीनाम्ले शरीराच्या घडणीस पाहिजे असतात तशीच नेमकी आणि तितकीच अन्नातील प्रोतीनातून निष्पन्न होणे अशक्य असते. काही पाहिजे त्यापेक्षा अधिक असतात. त्यातील अमोदीन घटा काढून टाकणे अवश्य असते. तसे केल्याने त्यांच्या इतर भागाचा उपयोग शार्कर किंवा ओषट म्हणून होऊ शकतो. या विक्रियेस **अमोदीन-निरास** म्हणतात. काही प्रसंगी एकादे अमोदीन अम्ल अधिक असून दुसरे उणे असते. तेव्हा एकाची अमोदीनघटा काढून दुसऱ्या एकाद्या नत्रहीन द्रव्यास बसवून अमोदीन निर्माण करणे अवश्य असते. दोनही क्रिया लगोलग घडून आल्या म्हणजे ते **अमोदीन-संक्रमण** झाले असे होते. या विक्रियांकरता मध्यस्थ सहवितंचक म्हणून प्रस्तुत परिधीनाहल पस्फुरिकाचा उपयोग होतो. अमोदीन निरासापूर्वी अमोदीनाम्लातील COOH कमी करण्याकरताही या सहवितंचकाचा उपयोग होतो. या क्रियेस **हलिकनिरास** असे नाव आहे. यासंबंधी उदाहरणे :—



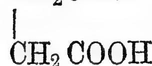

$CH_2CH\,NH_2COOH$ | $CH_2\ COOH$ —हलिकनिरास→ $CH_2CH_2NH_2$ | CH_2COOH $+ CO_2$



गोधूमिकामोदीनाम्ल Decarboxylation
Glutamic acid

अमोदीन चतुष्केनाम्ल

↓ O अमोदीन निरास. Deamination

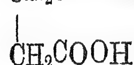



$CH_2CHO\ + NH_3$ | $CH_2\ COOH$
इक्षविक आहल-हलिक





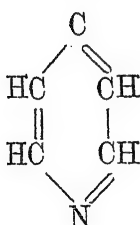
CH_2COOH इक्षविकाम्ल | CH_2COOH (हलिकाम्ल.) ← H_2O
Succinic acid

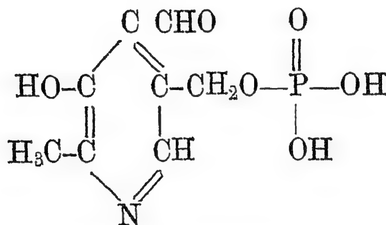


CH_2CHNH_2COOH | CH_2COOH —अमोदीनसंक्रमण→ Transamination $CHNH_2COOH$ | CH_2COOH

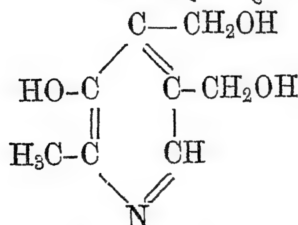
गोधूमिकामोदीनाम्ल ऐक्षवामोदीनाम्ल. Aspartic acid.



Pyridine
परिधीन



Pyridoxil phosphate
परिधीनाहल पस्फुरिक



Pyridoxine
परिधीनीज.

B_7 जीवातुगणातील सातवे द्रव्य **प्रांचनाम्ल** आहे. त्याचे संपूर्ण नाव प्रांशुकामोदीन चतुष्केनाम्ल असे आहे. ते कोंडयात व भुशात असते. परंतु गिरणीत पीठ होताना ते बरेच तापून नाहीसे होते. अंडी मांसात ते असते. मास शिजवताना त्याचा तृतीयांश कमी होतो. ते भाजीपाल्यात असते पण भाज्या शिजताना ते विशेष कमी होत नाही. दूध वाटाणे आणि बटाटे यात ते भरपूर असते. काकवीमधे ते तसेच भरपूर असते. शरीरातील अन्नविपाकानंतर होणाऱ्या घडामोडीत उपयोगी पडणारे एक सहवितंचक आहे. त्याला अधिवितंचक[1] असे नाव दिले आहे. त्याचे तीन मोठाले घटक भाग असतात. त्यांपैकी एक शाधिप्रामोदत्रिपस्फुरिक, दुसरा प्रस्तुत प्रांचनाम्ल[2] आणि तिसरा गंधद्विकामोदीन[3] असा आहे.

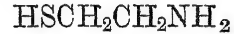
1 Coenzyme A. 2 Pantothenic acid.



$OHCH_2C(CH_3)_2CHOHCONHCH_2CH_2COOH.$

प्रांशुकामोदीन चतुष्केनाम्ल.

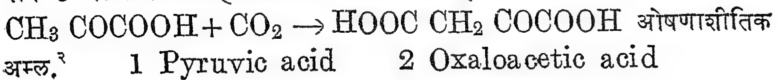
3 Thioethanol amine (βmercapto ethanolamine)



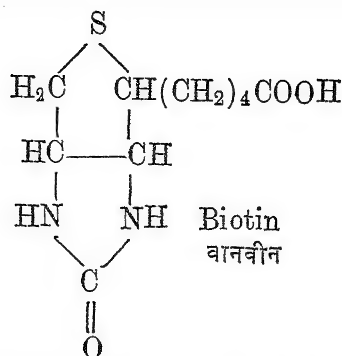
$HSCH_2CH_2NH_2$

शरीरात शार्कर ओषट व प्रोतीन द्रव्यांची मोडतोड होऊन अशीतिक अम्ल तयार होते. अधिवितंचक आणि अशीतिकाम्ल यांच्या योगाने CH_3CO ही अशीतिल घटा अधिवितंचकाशी जुळते. त्यातील HS या भागातील H च्या ऐवजी अशीतिल येते. यानंतर पित्तामोदाशी प्रसंग येऊन अशीतिलपित्तामोद हे द्रव्य उत्पन्न होऊन अधिवितंचक पूर्ववत् सिद्ध होते. चलनमीमांसा प्रकरणात याविषयी उल्लेख केलेला आहे.

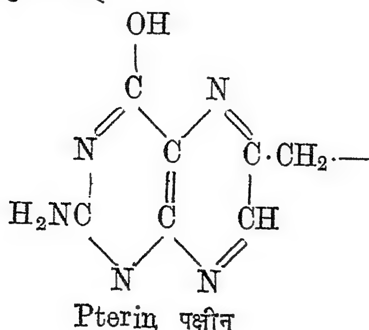
B_9 जीवातुगणातील नवव्याला **वानवीन** असे नाव दिले आहे. माणसाच्या आतड्यात जे निरुपद्रवी **वानुजंतू असतात त्यांच्यापासून ते उत्पन्न होते** आणि माणसाला उपयोगी पडते. अन्नात ते असावेच लागते असे दिसत नाही. काही आजारात त्याचा तुटवडा पडणे शक्य आहे. अशा प्रसंगी त्याचा औषध म्हणून उपयोग होतोही. **या आजारात त्वचा सुजते, केस गळतात आणि मांसबल कमी होते.** वानवीन हे एक हार-संयुग आहे. या हारात पाच C दोन N आणि एक S असे सहा मणी असतात. दोन N च्या मधल्या C ला दुपाश O लागलेला असून S च्या शेजारच्या C ला $(CH_2)_4COOH$ असा सर लागलेला असतो. यावरून ते पंचकेनाम्लाचे तद्भव किंवा बांधव द्रव्य आहे असे म्हणतात. शरीरात त्याचा सहवितंचक म्हणून उपयोग होतो. हलिकोत्पत्तीच्या कामी त्याचा उपयोग होतो. त्रिकोनाम्लात[1] तीन कार्बन मणी असतात. त्यात CO_2 पासून एक C व दोन O घेऊन बसवणे ही विक्रिया त्याच्या योगे होऊ शकते.



$CH_3COCOOH + CO_2 \rightarrow HOOC\,CH_2\,COCOOH$ ओषणाशीतिक अम्ल.[2] 1 Pyruvic acid 2 Oxaloacetic acid

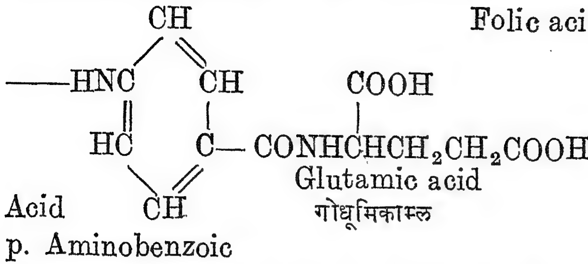


B_{10} जीवातुगणातील दहावे द्रव्य **पल्लविकाम्ल** हे आहे. भाजीपाल्यात हे भरपूर असते त्यावरून त्यास हे नाव दिले आहे. याचा दैनंदिन अवश्य राशी ३०० ते ५०० μg आहे. इतका आहाराच्या जिनसामधे आहे की नाही ते मोजून काढणे कठीण आहे. अतिशय कृत्रिम आहार केल्याशिवाय याची कमतरता कळून येण्याजोगी नाही. तथापि तेही करून पाहिले गेले आहे. त्यावरूनच अवश्य राशी ठरविला गेला आहे. पल्लविक अम्लात तीन द्रव्ये संयुक्त असतात, एक गोधूमिकाम्ल दुसरे अमोदीन धूपिकाम्ल आणि तिसरे पक्षीन. पहिले धान्यप्रोतीनातील अमोदीनाम्ल म्हणून पूर्वी सांगितले आहे. दुसरे धूपिकाम्ल प्रसिद्धच आहे. तिसरे प्रथम पतंगमांच्या पंखात सापडले म्हणून तसे नाव त्याला मिळाले आहे. शरीरात एकाद्रव्यापासून दुसरे बनविताना एका C अणूचा लहानसा परिवार एकारेणूतून काढून दुसऱ्या रेणूत भरण्याचा प्रसंग येतो. अशा प्रसंगी मध्यस्थ म्हणून उज्जयुक्त पल्लविक अम्लाचा उपयोग होतो. एकदा असा सपरिवार C त्यास मिळतो आणि मग तो दुसऱ्यास मिळून जातो. अशा **कार्बनसंक्रमणाच्या कामी येणारे** हे जीवातुद्रव्य आहे.



Pterin पक्षीन

Folic acid पल्लविक अम्ल



B_{12} जीवातुगणातले बारावे द्रव्य **रक्तक्षयान्तक** आहे. ते दूध, अंडी मांस यात विपुल असते. त्याचा रेणू फार मोठा असून त्यात कोब Co या धातूचा एक अणू असतो हे विशेष आहे. याच्या रेणूत CN कान्न घटा असून शिवाय PO_4 घटाही असते. एकंदर समास $C_{63}H_{90}O_{14}N_{14}PCo$ असा आहे. हे द्रव्य रवाळ असून १००° पर्यंत तापवण्याने बिघडत नाही. त्याचा रंग तांबडा असतो. ते पाण्यात विरघळते. त्याचा औषध म्हणून उपयोग होतो. २५वर्षांपूर्वी रक्तक्षय असाध्य होता. आता या औषधाने तो साध्य झाला आहे. या कामी **पल्लविकाम्लाची** मदत होते. याशिवाय जठरातील पाचक स्रावात योग्य तितके कफप्रोतीन असणेही अगत्याचे असते. त्यावाचून हे औषध पचनी पडत नाही. शरीरामधे याचा नित्याचा उपयोग अन्नप्रोतीनापासून मिळणाऱ्या **अमोदीनाम्लाच्या घडामोडीस सहवितंचन** करणे हा असून नवीन प्राम्ल उत्पन्न करण्यास वितंचनाचे काम करणे असा होतो. याचे नाव **कोबामोदीन**[1] आहे.

1 Cobalamin.

थोडेसे जीवातुद्रव्य पुष्कळ मोठ्या द्रव्यराशींच्या उलाढालीस उपयोगी पडते या गोष्टीचे इंगित आता ध्यानात आलेच असेल की, ते रसायनविक्रियात एकदा संयुक्त होते आणि नंतर विभक्त होऊन पुनः पहिल्या कामी उपयोगी पडण्यास सिद्ध होते. वितंचक आणि सहवितंचक द्रव्यांचा हा विशेष आहे. B गण जीवातु द्रव्यात गंधकाष्टिक अम्लाचा समावेश आहे.

(Harper, page 74)

प्रकरण ४९

अन्नाची शक्ती

मनुष्य अन्न खातो ते भूक शमवण्याकरता हे उघड आहे. पण केवळ भूक भागविणे हा काही जीविताचा उद्देश होऊ शकत नाही. अन्न वस्त्र घर अशा जीविताच्या प्रमुख गरजा आहेत. त्या भागवण्याकरता आपणाला खटपट करावी लागते. या खटपटीचे सामर्थ्य अंगी येणे हे अन्नसेवनाचे फळ आहे. समजा या तीनही गरजा खटपटीविना भागविण्याची सोय असली तर ? दुसऱ्या काही आकांक्षा माणसाला असतातच की नाही ? असतात. त्याकरता तो खटपट करतो. तसे पाहिले तर प्रत्येक माणूस आपल्या बालपणी असाच असतो. त्याच्या गरजा पालक भागवीत असतात आणि तसे पुढे त्यास स्वतः करावे लागेल या गोष्टीची जाणीव त्याला करून देण्याचा यत्न करीत असतात. तरी ती जाणीव लवकर उत्पन्न होत नाही. बालपणी जिज्ञासा अफाट असते आणि आकांक्षाही असते. त्याकरता माणूस धडपड करीत असतो. त्याकरता सामर्थ्य लागते. ते सर्व अन्नानेच मिळते. चार दोन तासात अन्न जिरून जाते, आणि मूल नवीन अन्नाची मागणी करते. **कर्तृत्वाने जी शक्ती प्रकट होते ती अन्नाने मिळते.**

आपले कर्तृत्व नानाप्रकारे प्रकट होते. बोलणे चालणे धावणे ही कृत्ये आहेत. वजन उचलणे फेकणे किंबहुना चालता पदार्थ थांबविणे हे सुद्धा कृत्य आहे. कृत्य मोजता येते. ते मोजण्याला जे माप लावता येते तेच कर्तृत्वाचेही माप होते. आता सांगितलेल्या सर्व कृत्यात वजन उचलणे हे कृत्य मोजण्याला अगदी सोपे आहे. कृत्य केले म्हणजे ते कृत[1] झाले. त्याचे गुणक दोन ठरतात, वजन आणि ते ज्या उंचीवर चढवले असेल ती उंची. वजन × उंची. वजन उचलण्याचे काम करण्यास उष्णता किंवा वीज यांचा उपयोग होऊ शकतो. प्रकाशापासून आणि विजेपासून उष्णता मिळू शकते. **उष्णता वीज प्रकाश या सर्व शक्ती**[2] होत. त्या **एका मापाने मोजता येतात.** याच सरणीत ओवले असता आपले कर्तृत्वही त्याच मापाने मोजता येते. हे माप म्हणजे **ओष** नामक उष्णतेचे माप आहे.

1 Work done. 2 Energy.

ओष म्हणून जे माप येथे उल्लेखले आहे त्याला इंग्रजीत क्यालोरी म्हणतात. **ल ान कॅलोरी मोठी कॅलोरी** अशी दोन मापे आहेत. लहानाच्या हजारपट मोठे ते

मोठी कॅलोरी हे माप आहे. अन्नशक्ती मोजण्याला मोठी कॅलोरीच वापरतात. **मोठी कॅलोरी** म्हणजे **किलो कॅलोरी**. एक हजार ग्राम पाणी १ अंश (शतक्रमी) चढवण्याकरता लागणारी उष्णता. लहान मापाला मराठीत **ओषिका**[1] असे ठसठशीत नाव द्यावे. म्हणजे लहान मोठी ही विशेषणे वापरण्याची आवश्यकता रहात नाही. इंग्रजीत मोठी हे विशेषण बहुधा अध्याहृत असते. ते ठाऊक नसले म्हणजे गैरसमज होण्याचा संभव असतो. प्रत्यक्षतः माप तपमान आणि वजन यांचे करावयाचे असते. गुणाकार करून अंक काढावयाचा त्यावेळी हजार ग्राम हे वजनाचे मान ध्यानात ठेवावे.

1 Small calorie.

सर्व अन्न द्रव्ये, मग ती शार्कर ओषट प्रोतीन कोण्याही वर्गातली असोत, जळाऊ असतात. त्यांची ऊर्व वायूशी विक्रिया होऊन कौद्व, पाणी व नत्र अशी तीन द्रव्ये उत्पन्न होतात. त्याचबरोबर पुष्कळशी उष्णता उत्पन्न होते. आपल्या शरीरात अन्नापासून पर्यायाने ऊर्वाशी विक्रिया होऊन कौद्व आणि पाणी ही द्रव्ये उत्पन्न होतात, पण नत्रवायू उत्पन्न न होता अमोदीय लवणे आणि मूत्रपुरीषवाही इतर नत्रसंयुगे उत्पन्न होतात. तथापि ही द्रव्ये ऊर्वाशी विक्रिया पावली असता नत्रवायु व कौद्व व पाणी हीच द्रव्ये उत्पन्न होतात. या प्रसंगीही उष्णता उत्पन्न होते. **एकंदरीत अन्नातून थेट जी द्रव्ये ऊर्वणाने उत्पन्न होतात तीच शरीरद्वारा ऊर्वणाने उत्पन्न होतात.** असे असल्यामुळे एका रीतीने नेमक्या अन्नापासून ऊर्वणाने जितकी उष्णता उत्पन्न होते तितकी दुसऱ्या रीतीनेही व्हावी अशी अपेक्षा आहे. या अपेक्षेचा प्रत्यय प्रयोगाने घेता येतो. ती खरी आहे असे दिसून येते. या गोष्टी आकडेवार उदाहरणानेच स्पष्ट होतील. एक ग्राम साखर पूर्णपणे जाळली असता ४·१ ओष उष्णता उत्पन्न होते. एक ग्राम तेल तूप किंवा दुसरे एकादे ओषट जळले असता ९.४५ ओष उष्णता उत्पन्न होते. एक ग्राम प्रोतीन जाळले असता ५.६५ ओष उष्णता उत्पन्न होते. एक ग्राम प्रोतीनापासून जी मलद्रव्ये उत्पन्न होतात ती जाळली असता १.३ ओष उष्णता उत्पन्न होते. म्हणून शरीरात एक ग्राम प्रोतीन द्रव्यापासून ५.६५ उणे १.३ म्हणजे ४·३५ ओष उत्पन्न व्हावेत असे अनुमान आहे तेच यथार्थ ठरले आहे.

आपल्या आहारात जी शार्करद्रव्ये असतात त्यातला काही अंश वाया जातो. ओषट व प्रोतीन आहाराचेही असेच आहे. म्हणून शार्कराचे उष्ममूल्य ४ प्रोतीनाचेही ४ आणि ओषटाचे ९ ओष असे धरून अन्नाचे उष्ममूल्य काढण्याची वहिवाट आहे. एकंदर देहव्यवहारात प्रोतीन व शार्कर द्रव्ये सारख्याच उष्ममूल्याची आणि ओषट द्रव्ये दुपटीहून थोड्या अधिक मूल्याची ठरतात. शरीरातील घडा-

मोडी फार जटिल असतात. त्यांनी सर्वच शक्ती लगोलग उष्णता-रूपाने विसर्जन पावते असे नाही. **स्नायुकार्यांनी २० ते २५ टक्के शक्ती यामिक-कृतसंपादन[1] करते.** किंचित् शक्ती वीजरूपही धारण करते. तथापि ती उपेक्षणीय असते. हृदयाची यामिक शक्ती रक्ताच्या वेगीय शक्तीत रूपांतरित होते. तरी तिचेही रूपांतर रक्तवाहिन्यांच्या घर्षणामुळे आणि रक्तकणिकांच्या व रेणूंच्या अंतर्गत घर्षणाने शेवटी उष्णतारूपच धारण करते. स्नायुशक्तीपासून जी यामिक शक्ती उत्पन्न होते तीसुद्धा पुष्कळ अंशी घर्षणाने उष्णता रूपातच प्रकट होते. प्रत्यक्ष जे पदार्थ उचलून वर ठेवले गेले असतील ते तसेच उंचावर आहेत तोवर त्यातील वर्चसीय–शक्ती[2] मात्र अप्रकट राहते. शारीर द्रव्याच्या रासायनिक रूपांतरात जी शक्ती व्यय पावते तीही वर्चसीय शक्तीप्रमाणे रासायनिक–शक्ती[3] म्हणूनच साठविली जाते. तथापि तिचे माप दैनिक व्यवहारात अगदी थोडे असते. तेवढी कसर उपेक्षणीयच ठरते.

1 Mechanical workdone. 2 Potential energy. 3 Chemical energy.

दूध आटवून खवा करतात. समजा शेरभर दुधाचा खवा केला तो पावशेर झाला. तर दुधाच्या चौपट शक्तिमूल्य खव्यात आहे असे सहज समजते. कारण दुधापासून खवा होताना पाणी तेवढे निघून गेले आहे आणि पाण्याचे उष्ममूल्य शून्य आहे हे आपणाला माहीत आहे. गाईच्या दुधापेक्षा म्हशीचे दूध अधिक पुष्टिदायक आहे ही गोष्ट अनुभवाने सर्वांस माहीत आहे. त्याची कारणे विचारता असे लक्षात येते की गाईच्या दुधापासून जितके लोणी निघते त्याच्या दीडपट किंवा अधिकही लोणी किंवा तूप म्हशीच्या दुधातून निघते. गाईच्या आणि म्हशीच्या दुधाच्या शक्तिमूल्यांची तुलना अधिक नेमकी करण्याकरता प्रत्येकाचे शार्कर ओषट आणि प्रोतीन घटक किती किती आहेत ते मोजून त्यावरून गणित केले तर ती गोष्ट चांगली कळून येते. समजा **अन्न या दृष्टीने दूध आणि भुईमूग यांची तुलना** करावयाची आहे. तर भुइमुगाचे घटक मांडून त्यावरून गणित केले पाहिजे.

१०० ग्रामात	ओषट ग्राम	ओष	प्रोतीन ग्राम	ओष	शार्कर ग्राम	ओष	एकूण ओष
गाईचे दूध	५.०	४५.०	३.०	१२.०	४.५	१८.०	७५.०
म्हशीचे दूध	७.५	६७.५	३.८	१५.०	५.०	२०.०	१०२.५
भुईमूग	४०.०	३६०.०	२७.०	१०८.०	२०.०	८०.०	५४८.०

१०० ग्राम दुधाची शक्ती ७५ किंवा १०२ आणि खव्याची ३०० किंवा ४०८ ओष

भरते. म्हणून भुईमूग या दुसऱ्या खव्याच्या सवापटीने अधिक शक्तिदायी ठरतो. आता **उसाच्या रसाचे शक्तिमूल्य** पाहू. ऊसरसात प्रोतीन व ओषट अल्प असते, त्यात साखर हेच गणनायोग्य शक्तिप्रद द्रव्य असते. ते शंभरी १२ असते. म्हणून त्यापासून शंभरी ४८ ओष शक्ती मिळेल. ही शक्ती म्हशीच्या दुधाच्या सुमारे अर्धी आहे. उसाच्या ऐवजी **नारिंगाचा रस** घेतला तर त्यात साखर हाच बहुतांश शक्तिप्रद भाग असतो, तो फार तर शंभरी दहा असतो. यावरून त्याची शक्ती शंभरी ४० ओष असे ठरते.

शक्तिदानाच्या दृष्टीने अन्नाच्या जिनसांची तुलना करण्याची आणखी एक रीत आहे. **१०० ओष शक्ती पाहिजे असल्यास जिन्नस किती लागेल** याचा अंक सांगतात. दुधाचा विचार अशा रीतीने केला असता १०० ओष देण्याला जवळजवळ १०० ग्राम म्हशीचे दूध तर गाईचे दूध १३३ ग्राम असे अंक निघतात. शक्तिदान जितके कमी तितका हा अंक मोठा येतो. खव्याचा शक्तिदाय चारपट म्हणून दायक अंक चतुर्थांश हे उघड आहे. गाईचा खवा ३३·३ ग्राम म्हशीचा २५ ग्राम असे अंक येतात. ओषशतकदायक ग्राम अशी ही मोजणी आहे. पुढील कोष्टकात दोनही प्रकारे अंक काढून दिले आहेत. येथे अन्नातील मुख्य घटक म्हणून जे दिले आहेत ते शक्तिनिर्मिती संबंधी आहेत, हे उघड आहे. सर्व स्वाभाविक अन्नात थोडाबहुत जीवातूंचा अंश असतो, काही अंश लवणांचाही असतो. हे अंश आपापल्या परीने उपयोगीही आहेत. तथापि त्यापासून शक्तिलाभ होत नाही म्हणून ते भाग येथील गणतीत धरावे लागत नाहीत.

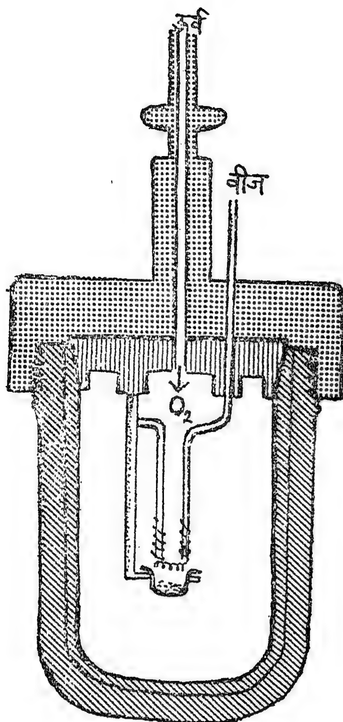
१०० ग्रामांचे ओष	१०० ओषा-करता ग्राम	अन्नाचा जिन्नस	१०० ग्रा. शार्कर	१०० ग्रा. प्रोतीन	१०० ग्रा. ओषट
३५३	२८.३२	तांदूळ	८०	६	१
३३८	२९.५८	गहू	७०	१०	२
३६५	२७.३९	बाजरी	७०	१०	५
३५८	२७.९३	जोंधळा	७५	१०	२
३५२	२८.४	मका	७०	९	४
३२८	३०.६७	वरी	६७	६	४
३५३.५	२८.२५	तूर	६५	२०	१.५
३३६	२९.७६	हरभरा	५५	२०	४
३६९.७५	२७.०१	मसूर	६३	२५.५	१.७५
३२१	३१.१५	कडवा वाल	५८	२०	१

३४९.५	२८.६५	मटकी	६०	२४	१.५
५४८	१८.२४	भुईमूग	२०	२७	४०
६८५	१४.५९	सुके खोबरे	१८	७	६५
५९०	१६.९४	तीळ	१४	२१	५०
६८	१४७	सुरण	१५	२	०
७२	१४०	बटाटा	१५	३	०
८५	११७.६	रताळे	१२	७	१
६८	१४७	कांदा	१२	२	०
११६	८६.२	केळे	२८	१	०
१५७.५	६३.३	अंडे	०.७	१२.८	११.९

येथे जे अंक दिले आहेत ते त्या त्या जिनसाचे १०, २० नमुने गोळा करून त्यांच्या तपासात **सरासरी अंक** निघालेले आहेत. पाण्याचे रासायनिक घटक उज्ज ऊर्व १ : ८ असे सांगतात तितके हे अंक नेमके नसतात. भुईमुगाच्या दाण्यात तेल ४० टक्के सांगतात तेव्हा काहीत ते ३५ तर काहीत ४० तर काहीत ४५ किंवा अधिकही असते. धान्यात प्रोतीन ओषट व शार्कर द्रव्यांचा रासायनिक संयोग नसतो. त्या त्या जीवाचे पोषण कमीजास्त होईल त्या मानाने त्यातील घटकांचे प्रमाण थोडे थोडे बदलते. गव्हातील प्रोतीनाचे प्रमाण १० पासून २० पर्यंतही आढळते. गाई-म्हशींच्या दुधातील घटकांचे प्रमाण वर दिले तेही सरासरीचेच आहे. युरोपीय गाईच्या दुधात ओषटाचे प्रमाण ३ ते ५ असल्याचे आढळते. तरी त्यांच्याकडे ते ३॥ टक्के असले म्हणजे ठीक आहे असे मानतात. काही म्हशींच्या दुधातील ओषट १० पर्यंतही असल्याचे आढळते.

एकाद्या विशिष्ट माणसाच्या आहाराचे शक्तिमान काढावयाचे असल्यास तो जे अन्न खातो त्याचे वजन करून कोष्टकावरून मान ठरविता येते. पण ते बिनकसर आहे असे समजू नये. बिनकसर मान पाहिजे असल्यास त्याने घेतलेल्या अन्नाच्याच जिनसांचे नमुने तपासले पाहिजेत. तथापि प्रयोग हाती घेण्यापूर्वी त्याचा संकल्प करताना आगाऊ कल्पना येण्याकरता कोष्टकाचा उपयोग होतो.

अन्नद्रव्याचे शक्तिमूल्य ठरवण्याकरता कोणते प्रयोगसाहित्य वापरतात ते शेजारी आकृतीत दाखविले आहे. एका लहानशा मुशीत विवक्षित द्रव्याचा मोजका राशी ठेवतात. ती मूस एका भल्या भक्कम लोहाच्या भांड्यात ठेवतात. त्या भांड्यात ऊर्ववायू O_2 खूप दाबून भरतात. या भांड्याच्या बाहेर दुसरे एक भांडे पाण्याने भरून ठेवतात. त्या पाण्यात एक तपमापक उभे केलेले असते. मुशीवरून



आ० ४९·१
उष्ममोलमापण्याकरता हंडी. बंब ओषमापक

आतल्या जळाऊ जिनसेस टेकून एक वितळाऊ तार बांधलेली असते. ती वीजवाही करण्याकरता दोनही बाजूला दोन सळया खोचलेल्या असून त्यात वीज सोडण्याकरता सोयीच्या तारा बाहेर काढलेल्या असतात. पाण्याच्या भांड्यातून उष्णता बाहेर जाऊ नये म्हणून बुचाच्या ठेपी देऊन आणखी दोन भांडी त्याबाहेर रचलेली असतात. या उपकरणाला **बंब–ओषमापक**[1] म्हणतात. भांडी यथा-योग्यपणे बंद केल्यावर वीज चालू करतात. त्याबरोबर तार तापून वितळते आणि मुशीतील जळाऊ द्रव्य पेटते. कौद्व CO_2 व उदक H_2O आणि नत्र N_2 होण्याजोगा असला तर असे वायू निर्माण होतात. ते तापतात आणि पर्यायाने भोवतालचे पाणी तापते. पाणी आगाऊ मोजलेले असते. त्याचे आरंभिक तपमानही टिपलेले असते. ज्वलन झाल्यावर तपमान चढते. ते टिपले म्हणजे काम झाले. एका ग्रामापासून किती उष्णता निघाली ते गणिताने ठरवता येते.

1 Bomb-calorimeter.

प्रस्तुत प्रयोगात मुशीभोवतीचे भांडे तापते. त्यात ऊर्ववायू असतो. त्यामुळे लोह गंजण्याचा संभव असतो तो टाळण्याकरता त्याला आतून सोन्याचा किंवा प्लातीनाचा मुलामा (विलेप) दिलेल्या तांब्याचे आस्तर असते. यावरून हे उपकरण किती महाग आहे ते कळून येते. भांड्याच्या लोहाने ऊर्व खाल्ला नाही तरी वितळलेल्या तारेने थोडा तरी खाल्लेला असतो. त्यापासून उष्णताही निघालेली असते. ती किती ते अशाच दुसऱ्या तारेच्या ऊर्वणाने मोजून ठेवलेले असते. त्याचप्रमाणे पाण्याचे भांडे किती उष्णता घेते तेही आगाऊ पाहून ठेवावे

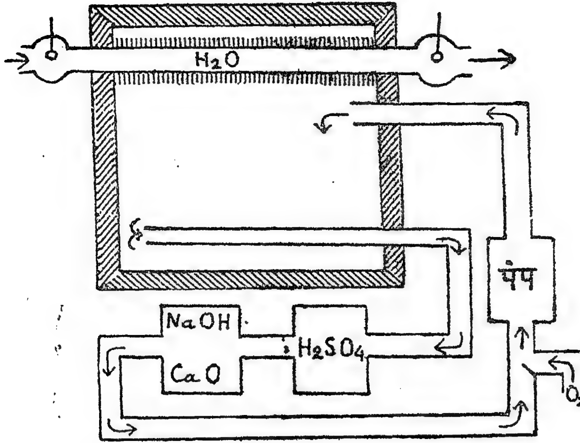
लागते. पण या सर्व गोष्टी मामुली आहेत. त्या पूर्वाभ्यासाने जमतात. या उपकरणाच्या साहाय्याने निरनिराळ्या द्रव्यांच्या **एका ग्रामापासून** किती **ओष** निघतात ते मोजून काढलेले आहे. त्यासंबंधी अंक असे :- तूप ९·३ मेद ९·२ द्राक्षजा ३·७५ इक्षुजा ३·९६ तौकीर ४·४२२ डाळप्रोतीन ५·६२. गहूप्रोतीन ५·७४. दधीन ५·८५. दुधीन ५·८. मूत्रीय १·३

अन्नद्रव्ये शरीराबाहेर जाळली असता किती उष्णता देतात ते अशा रीतीने ठरवून घेता येते. **हीच द्रव्ये शरीरात जळतात तेव्हा किती उष्णता देतात** ? हा प्रश्न प्रयोगावरून सोडविणे पुष्कळ अवघड आहे. पण ही अवघड गोष्ट प्रयोगकारांनी पार पाडली आहे. आता मुशीच्या जागी मनुष्यदेहच बसवला पाहिजे. नुसता बसवून उपयोगी नाही तर त्याचे नेहमीचे व्यवहार मोकळेपणी चालू राहतील अशी व्यवस्था पाहिजे. अर्थातच हे व्यवहार पुरते मोकळेपणी चालू देणे अशक्यच आहे. एकाद्या खोलीत मलमूत्रविसर्जन, लिहिणे, वाचणे, निद्रा घेणे आणि थोडासा व्यायाम करणे या गोष्टी तरी तो सुखाने करू शकेल आणि त्या अवधीत त्याच्या अंगातून निघालेली सर्व उष्णता मोजता येईल अशी तजवीज पाहिजे. शिवाय त्या सर्व जिनसांना बाहेरून उष्णता मिळणार नाही, मिळालीच तर ती मोजता येईल, अशीही व्यवस्था पाहिजे. मग त्याला दिलेल्या अन्नात कोणत्या जिनसा किती किती दिल्या, या गोष्टीवरून आणि मलमूत्रातील विसृष्टमोजणीवरून उष्ममोल समजेल.

अशा व्यवस्थेने चांगले प्रयोग प्रथम १९०४ मध्ये युरोपीय लोकांनी केले. त्यानंतर त्यांनीच त्याच्या आवृत्त्याही केल्या आहेत. दर वेळी पूर्वीच्यापेक्षा काही अधिक सोयी करून प्रयोग करून प्रयोगाचे फल अधिकाधिक अचूकपणे मिळविलेले आहे. अशा प्रयोगाकरता वापरलेल्या सामग्रीचे लाक्षणिक चित्र शेजारी दिले आहे. वर सांगितलेल्या सोयींनी सज्ज अशी एक खोली असते. तिच्या भिंती दुहेरी असतात. खोलीत पाण्याचे नळ बसविलेले असतात. त्यांच्या भोवती धातूच्या चकत्या बसवलेल्या असतात. आकृतीमध्ये त्या रोमांच असल्यासारख्या दिसत आहेत. खोलीतील नळात पाणी शिरताना आणि खोलीतून ते बाहेर निघताना त्याचे तपमान मोजले जाते. खोलीच्या आतली आणि बाहेरची पडदी एकाच तपमानास राहील अशी व्यवस्था असते. खोलीत एकादे व्यायामसाधन असते ते आकृतीत दाखविले नाही. यामिक शक्तीचा ओषसंबंध असा :-

१००० ग्राम × १ चरण (मीटर) उंची = ०·००२३४ ओष.

खोलीतील हवा उपसून नवी भरण्याची सोय असते. किती ऊर्व वापरला गेला, किती कौद्व CO_2 उत्पन्न झाला, याही गोष्टी मोजता येतात. त्यामुळे



आ० ४९.२ ओषमापक कोठडी.

कोणते अन्न किती खपले ते तर काढता येतेच पण अवांतर गोष्टीही कळतात. **शरीराबाहेर अन्न जळाल्याने जितकी शक्ती उत्पन्न होते तितकीच ते शरीरात खपल्याने उत्पन्न होते** असे या प्रयोगावरून निर्विवादपणे सिद्ध होते.

आता सांगितले हे शरीरोत्पन्न उष्णतेचे साक्षात् मापन झाले. ते फार अवघड आणि खर्चिक आहे हे उघडच आहे. वैद्यकीय व्यवसायात ओषमापनाचा उपयोग करावयाचा तर ते यापेक्षा थोडक्या खर्चात आणि थोडक्या वेळातही करता आले पाहिजे. तसे ते करता येते. नेमक्या लहानशा कालावधीत किती ऊर्व शरीरात खपविला जातो याचे मापन करतात. त्यावरून काही अनुभवसिद्ध कोष्टके वापरून ओषमापन होऊ शकते. हे **परोक्ष मापन** होय.

शरीरातील घडामोड जरी अन्नापासून उत्पन्न होणाऱ्या उष्णतेच्या मापाने मोजता आली तरी अन्नाच्या तीन प्रकारात उष्मोत्पत्तीचा भेद असल्यामुळे कोणत्या अन्नापासून किती उष्णता मिळाली हे काही आढेवेढे घेऊनच ठरवावे लागते. बंब ओषमापकात होते तसे शरीरात एकाकी अन्नाचे दहन करता येत नाही. अन्नात तीन प्रकार मिश्र असतात. त्या प्रत्येकापासून उत्पन्न होणारी उष्णता वेगवेगळ्या मापाची असते. अन्नाबरोबरच ऊर्व खपतो. पण त्याच्या खपाच्या बाबतीतही तीन प्रकारच्या अन्नांचे ऊर्व खपवण्याचे मानही वेगवेगळे निघते. शार्कर अन्नातील C

चा CO_2 करण्यापुरताच ऊर्व खपतो. ओषट अन्नात C चा CO_2 होऊन शिवाय H चा H_2O करण्याकरताही ऊर्व खपवावा लागतो. प्रोतीनांच्या बाबतीतही C आणि H या दोहोंकरता O_2 खपवावयाचा असतो. **कौद्वनिष्पत्ती आणि ऊर्वव्यय यांचे गुणोत्तर तीन प्रकारच्या अन्नांच्या बाबतीत निरनिराळे येते.** एकाची निपज, दुसऱ्याचा खप आणि हे गुणोत्तर, यावरून कोणते अन्न किती खपले आणि किती ओष त्यामुळे उत्पन्न झाले ते ठरविण्याचा प्रघात आहे. श्वासातला ऊर्व आणि उच्छ्वासातला कौद्व वायू आकारमानाने मोजावयाचा असतो. त्यांच्या गुणोत्तरास **श्वसितगुणोत्तर**[1] असे नाव आहे. वसिक ओषट घेतले तर हे गुणोत्तर ०.७ येते. इतर ओषटे घेतली तर हे गुणोत्तर किंचित् वेगळे येते, उदाहरणार्थ तालिकाचे ०.७२ येते. सामान्यतः ते ०.७ असे धरून चालतात. व्यायामासारख्या प्रसंगी ते याच्या वर खाली तात्पुरते जाते. प्रोतीनेही विविध आहेत तरी त्यांचे श्वसित गुणोत्तर ०.८ च्या सुमारात असते. शार्करद्रव्यांचे गुणोत्तर मात्र नेमके १ असेच असते. **माणूस मिश्र आहार घेत असल्यामुळे श्वसित गुणोत्तर ०.७ व १ यांच्या मधे असते.**

1 Respiratory quotient.

मानवी शरीरात प्रोतीनाचे साठवण अगदी थोडे होते, किंबहुना होत नाही म्हटले तरी चालेल. वाढत्या अंगाची मुले किंवा आजारातून नुकताच बरा झालेला आतुर यांच्या शरीरात ते होत असते. परंतु प्रस्तुत प्रसंगी अशांचा विचार बाजूला ठेवलेला आहे. येथे केवळ प्रौढ समस्थित-देही माणसाचाच विचार करावयाचा आहे. अशा माणसांच्या देहातही शार्कर व ओषट यांचे थोडे-बहुत साठवण होते किंवा असलेले साठवण खपते. शिवाय याच घडामोडीत शार्करापासून ओषट आणि ओषटापासून शार्कर उत्पन्न होत असते. प्रोतीनाच्या बाबतीत उत्सर्गातील नत्र मोजून अन्नातील किती प्रोतीन खपले ते ठरवता येते. तसे शार्कर व ओषट यांच्या बाबतीत करता येत नाही. कौद्व व पाणी तीनही प्रकारच्या अन्नद्रव्यांच्या खपणुकीने उत्पन्न होते. पुष्कळजणावर प्रयोग करून प्रोतीनवर्ज्य **श्वसनगुणोत्तर**[1] **आणि शार्कर व ओषट अन्न यांचे संबंध पाहून ठेवलेले आहेत. अशा कोष्टकांचा उपयोग करून अन्नाचे शरीरातील ओषनिर्माण विभागशः सांगता येते. श्वसित ऊर्व आणि कौद्व यांची आकारमाने आणि उत्सर्गातील नत्र यांची मोजणी, या गोष्टी केल्या म्हणजे झाले.** यासंबंधी ग्रंथांतरी उदाहरण दिलेले आहे ते असे :

1 Nonprotein R. Q.

एका जणाने २४ तासात ४१४·६ लिटर ऊर्व खपविला आणि ३५३·३ लिटर कौद्व श्वासाने सोडला. त्या अवधीत मूत्रोत्सर्गात नत्र १२·८ ग्राम आढळला.

एक ग्राम नत्र मूत्रात येण्याला अन्नातील ६·२५ ग्राम प्रोतीन पचनी पडते. यावरून त्याच्या अन्नातील १२·८ × ६·२५ = ८० ग्राम प्रोतीन शरीरात खपले, त्यापासून ८० × ४ = ३२० ओष उत्पन्न झाले असे सिद्ध होते.

एक ग्राम नत्र मूत्रविसर्गात येण्याला ५·९२ लिटर ऊर्व खपतो आणि ४·७५ लिटर कौद्व त्यापासून उत्पन्न होतो. यावरून १२·८ ग्राम नत्रोत्सर्ग होण्याला १२·८ × ५·९२ = ७५·८ लिटर ऊर्व खपला आणि
त्यापासून १२·८ × ४·७५ = ६०·८ लिटर कौद्व निघाला असे सिद्ध होते.

प्रोतीनाकरता वापरलेला ऊर्व वजा करता ४१४·६ – ७५·८ = ३३८·८ लिटर ऊर्व प्रोतीनेतर अन्नाकरता खपला आणि त्यापासून

३५३·३ – ६०·८ = २९२·५ लिटर कौद्व उत्पन्न झाला असे ठरते. यावरून प्रोतीनवर्ज श्वसनगुणोत्तर २९२·५ भागिले ३३८·८ म्हणजे ०·८६ असे ठरते.

कोष्टकावरून पाहता प्रोतीनवर्ज श्वसितगुणोत्तर ०·८६ येण्याला एक लिटर ऊर्वागणिक ०·६२२ ग्राम शार्कर आणि ०·२४९ ग्राम ओषट प्रतिदिनी खपत असते.

यावरून ३३८·८ × ०·६२२ = २१०·७ ग्राम शार्कर } घेतलेल्या
आणि ३३८·८ × ०·२४९ = ८४·४ ग्राम ओषट } अन्नातून खपले.

यावरून ओषोत्पत्ती येणे प्रमाणे :–

शार्कर अन्नापासून २१०·७ × ४ = ८४२·८

आणि ओषट अन्नापासून ८४·४ × ९ = ७५९·६

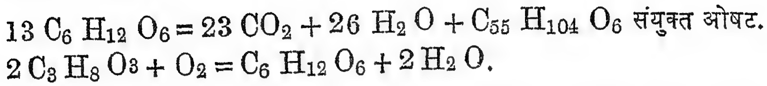
एकंदर ओषोत्पत्ती :– ३२० + ८४२·८ + ७५९·६ = १९२२·४

–Review of Physiological chemistry–

Harper. 1965. p. 419–20

श्वसनगुणोत्तरासंबंधी ही गोष्ट सहज लक्षात येण्यासारखी आहे की, अन्नात शार्करद्रव्यांचा भरणा फार असतो त्याचे श्वसनगुणोत्तर १ च्या जवळजवळ

बहुधा ०.९ पर्यंत जाते. ओषटाचा उपयोग विशेष होत असताना हे गुणोत्तर ०.७ च्या जवळ जवळ येते. ओषटाचे साठवण शरीरात मेदाच्या रूपाने किंवा वपेच्या रूपाने होते, तेव्हा हे गुणोत्तर त्याच्याही खाली उतरण्याचा संभव असतो. ओलिक, वसिक व तालिक यांचे संयुक्त ओषट शार्करापासून उत्पन्न होते तेव्हा कौद्व उत्पन्न होतो पण ऊर्व खपत नाही. गुणोत्तर वाढते. उलट घृतोलापासून शर्करा उत्पन्न होते तेव्हा ऊर्व खपतो पण कौद्व उत्पन्न होत नाही. गणोत्तर उतरते.



$$13\,C_6H_{12}O_6 = 23\,CO_2 + 26\,H_2O + C_{55}H_{104}O_6$$ संयुक्त ओषट.

$$2\,C_3H_8O_3 + O_2 = C_6H_{12}O_6 + 2\,H_2O.$$

अन्नशक्तीचा पुष्कळ मोठा भाग श्रम करण्याकरता उपयोगी पडत असतो. **शारीरिक श्रम** करीत असताना लागणारी शक्ती रासायनिक विक्रियांनी उत्पन्न होत असते. या विक्रिया पुष्कळ असतात. त्यापैकी प्रमुख विक्रियांचा उल्लेख पुढे चयनप्रकरणी येईल. या विक्रियात मुख्य गोष्ट घडते ती अशी की, मांसातील शर्करेचा व्यय होतो. तो यथायोग्य होण्याकरता ऊर्वाचा व्ययही वाढावा लागतो. तथापि ऊर्व संपूर्णपणे त्या त्या वेळी मिळावा लागतो असे नाही. तो आयत्यावेळी अपुरा मिळाला आणि राहिलेल्याची भरती मागून झाली तरी चालते. घटका दोन घटका जोराने परिश्रम करताना असेच घडते. श्रम थांबविल्यानंतर ऊर्वाची भरपाई होईपर्यंत श्वसनाधिक्य चालूच राहते. **श्रम करताना जो ऊर्वाचा तुटवडा पडतो त्यास ऊर्व-ऋण[1] म्हणतात.** हे ऋण मिळू शकते. याचे कारण असे की, श्रम करीत असताना शर्करेचे पुरते ऊर्वण न झाले तरी शक्ती उत्पन्न होऊ शकते. पुरते ऊर्वण झाले म्हणजे शर्करेपासून कार्बनिक अम्ल उत्पन्न होते. पण **अपुरते ऊर्वण झाले असता तक्रिकाम्ल** उत्पन्न होते. या अम्लाचा संचय मर्यादेपलीकडे गेल्याने अधिक शर्करेचे ऊर्वण होणे अशक्य होते. श्रम करणे थांबते. **हे साठलेले अम्ल ऊर्वण पावण्यासाठी श्रम करणे थांबल्यानंतर काही काळ जाऊ देणे** अवश्य असते. या काळात तक्रिकाम्लाचे कार्बनिक अम्ल होऊन जाते. अम्लसंचय होत असताना अधिकाम्लतेचे संदमन अवश्य असते ते रक्तातील सामुद्रकार्बनिकाने घडून येते. याच प्रसंगी प्लीहेतील आरक्तपेशिका फिरत्या रक्तात येतात. त्यामुळे ऊर्व अधिक वाहून आणणे शक्य होते. रक्ताचा वेगही वाढल्यामुळे रक्तवाहिन्यांच्या तटास धरून राहिलेल्या पेशिका वाहू लागतात. श्वसितगुणोत्तर ०.८ कडून पूर्णांकाकडे झुकत जाते.

1 Oxygen-debt.

शरीरक्रियात श्रमसमयी होणारे बदल :

		विश्रांत-समयी	**श्रम-समयी**
ऊर्वव्यय मिनिटागणिक	cc	२५०	२५०० ते ३५००
ऊर्व-ऋण	लिटर		४ ते ८
तक्रिकाम्ल १०० cc रक्तात	mg	१५	५० ते १००
श्वसनत्वरा मिनिटास		१२ ते १६	३०
प्रतिश्वसित	cc	३५०	२०००
मिनिटात श्वसित	लिटर	४.५ ते ६	५० ते ७०
अभिसरणस्पंद त्वरा	मिनिटास	७०	१२० ते १५०
एका स्पंदाने निर्यात	cc	६० ते ७०	९० ते ११०
मिनिटात निर्यात	लिटर	४ ते ५	१० ते २०
विसर्जक प्रवादमन Hg	m m	१२०	१६०
तपमानाचा चढ	C		०.५ ते १

(Human Physiology-Houssay 1955. p. 488.)

श्रम करताना श्वसन अधिकाधिक गाढ होत जाते. त्याची त्वराही वाढते. दोहींचा परिणाम म्हणून मिनिटागणिक घेण्याचा हवेचा राशीही वाढतो. अर्थात ऊर्वराशीही वाढतो. श्रमाने हृदयाची क्रिया जोरावते, स्पंदाची त्वरा वाढते. परिणामी **मिनिटागणिक त्यातून बाहेर पडणाऱ्या रक्ताचा राशी वाढतो**. शर्करेची शक्ती काही सगळी बाह्य कार्य करण्याच्या उपयोगी पडू शकत नाही. सुमारे २० टक्के तशी उपयोगी पडून बाकीच्यापासून उष्णताच उत्पन्न होते. तिजमुळे तपमान वाढते. हे परिणाम वरील कोष्टकात दाखविले आहेत.

झपाट्याने काम करू लागताच **श्वसनत्वरा वाढते**. लवकरच ते काम पुढे रेटवत नाही, असे वाटू लागते. इतक्यात हा मनस्ताप जातो. त्यानंतर बराच वेळपर्यंत तेच काम करवते. याही उपर ते करवत नाही अशी अवस्था येते. ती मात्र विश्रांती घेतल्याखेरीज नाहीशी होत नाही. **पहिला दम आणि दुसरा दम** असे या अवस्थांना म्हणतात. यांच्या मधली जी अवस्था ती सुयोजनाची अवस्था आणि शेवटची अवस्था ती थकव्याची होय. अधिक त्वरेने ऊर्व घेण्याची जी आवश्यकता श्रम करताना उत्पन्न होते तिला योग्य असे श्वसन आणि अभिसरण करून घेण्यास (सुयोजनास) जो वेळ लागतो तो पहिला—दम[1] होय. जोराने काम करता येण्यास

दोन गोष्टी अवश्य असतात : (१) झपाट्याने ऊर्व घेता येणे (२) ऊर्वाचे–ऋण[2] करता येणे. दोनही गोष्टीसंबंधी सामर्थ्य सवयीने काही सीमेपर्यंत वाढविता येते. प्रत्येक कामात दोहींचा उपयोग असतो. पुष्कळ वेळ करीत राहण्याच्या कामास पहिलीचा विशेष उपयोग असतो, तर थोडक्या वेळात पुष्कळ काम करता येण्यास दुसरीचा उपयोग असतो. तास नि तास चालत राहणे असल्यास ऊर्व झपाट्याने घेता येणेच अवश्य असते. ऋणाची मर्यादा थोडी असते. तेवढयाने हे काम होणारे नाही. उलट पक्षी चुटकीसरशी १०० मीटर धावणे असल्यास ऋणाचा उपयोग अवश्य होतो. एकंदर ऊर्व थोडासाच लागतो तो अवश्य मिळतो.

1 First wind. 2 Oxygen debt.

प्रत्येक व्यवसायात काही ना काही काम करावे लागते. ते प्रतिदिनी एकाच प्रकारचे आणि एकाच मापाचे असेल असा नेम नसतो. हे कामच जेव्हा विशेष शारीरिक श्रमाचे असेल तेव्हा श्रमानंतर विश्रांतीचीच आवश्यकता असते. काही व्यवसायात शारीरिक श्रम थोडकेच लागतात, मानसिक श्रमच विशेष असतात. अशा प्रसंगी व्यवसाय आटोपल्यानंतर मानसिक कामास विश्रांती देऊन नियमित शारीरिक श्रमात काही काळ घालविणे हितावह असते. **शरीरस्वास्थ्य आणि शरीराची प्रमाणशीर वाढ याकडेच लक्ष देऊन जे श्रम केले जातात त्यास व्यायाम म्हणतात.** श्रमासंबंधी नियम त्यास लागू असतात; पण उद्देश शरीरसंपदाच मिळवण्याचा असल्यामुळे शरीरावयवांची वाढ, किंवा वाढीचे वय नसल्यास सुस्थिती, चांगली लाभते.

दिवसाकाठी आपण आठ दहा तास पूर्ण विश्रांती घेतो. पुष्कळांना दिवसाकाठी आठ तास विशेष श्रमाचे काम करावे लागते. इतर वेळातही त्यांना सौम्य स्वरूपाचे काम करावे लागते. या **कामाकरता** त्यांना किती **अन्नाचा व्यय** करावा लागतो ते पूर्वी वर्णिलेल्या पद्धतीने मोजून पाहिलेले आहे. हे **प्रयोग युरोप-अमेरिकेत** झालेले आहेत. त्यात असे आढळून आले आहे की चांगला धडधाकट माणूस विश्रांत स्थितीत असताना ताशी १०० ओष उत्पन्न करतो. हाच माणूस सौम्य काम करीत असताना ताशी ३०० ओष उत्पन्न करतो आणि विशेष कठीण काम करीत असताना ६०० ओष उत्पन्न करतो. विश्रांत स्थितीचेही प्रकार गणावे लागतात. फार कठीण काम केल्यानंतरच्या विश्रांतीचे वेळी निद्रेत ताशी १०० ओष उत्पन्न होतात, पण सौम्य कामानंतरच्या जागत्या विश्रांतीत ६० ओषच उत्पन्न होतात. अर्धवट विश्रांतीत ८० ओष उत्पन्न होतात. उष्मोत्पत्तीची विभागणी साधारणतः अशी :–

सौम्य निद्रा १० तास, ओष ६००.
सौम्य काम २ तास, ओष ६००.
{स्नायूंचा उपयोग ज्यात होतो तेवढेच काम. बुद्धिमत्तेच्या कामात उष्णता उत्पन्न होते ती अगदी थोडी असते.

मध्यम विश्रांती १२ तास, ओष ९६०. एकूण ओष २१६०.

अधिकाधिक श्रमाची कामे देऊन किती उष्णता उत्पन्न होते ते मोजून पाहण्यात आले आहे. १८ दिवस सतत चालविलेल्या ६ प्रयोगामधे सरासरी उष्मोत्पत्ती ३५५९ ओष भरली आणि दुसऱ्या ४६ दिवस सतत चालविलेल्या १४ प्रयोगात उष्मोत्पत्ती ५१४३ ओष भरली. श्रम करण्याची ही परिसीमाच झाली म्हणण्यास हरकत नाही. व्यक्तिशः एकाद्याचा हा अंक ६००० पर्यंत गेलेला आहे. ग्रंथोक्त अंक :-

सुतार वजन १५४ पौंड, ७० किलोग्राम.

तो ८ तास झोपतो तेव्हा ३४० ओष, २ तास सौम्य काम करतो तेव्हा ५२० ओष, ८ तास सुतारी कामात १९२० ओष, ६ तासाच्या जागत्या विश्रांतीत ६०० ओष, असे एकूण २४ तासात ३३८० ओष उत्पन्न होतात.

चांभार पुरुष वजन ७० कि.	२००० ते २४०० ओष	शेतमजूर पुरुष ७० कि.	३२०० ते ४१००
विणकर	२४०० ते २७००	खणती मजूर	४१०० ते ५०००
सुतार किंवा गवंडी	२७०० ते ३२००	अवजड ओझे वाहणारा	५००० ते ६०००
बाई वजन ५६ कि. हाती शिवणकाम करणारी	१८०० ओष	बाई वजन ५६ किलो ग्राम कपडे धुण्याचे काम करणारी	२६०० ते ३४०० ओष.
पुस्तक बांधणी करणारी	१९०० ते २१००		
सफाई काम करणारी	२३०० ते २९००		

व्यायाम करीत असता वजनाच्या दर किलोग्रामास लागणारे ओषः-

ताशी २·६ मैल चाल	२·८६ ओष	ताशी ५·३ मैल धाव	८·१४ ओष
३·७५ मैल चाल	४·२८	जिना चढणे	१५·८
५·३ मैल चाल	९·२८	जिना उतरणे	५·२

– Chemistry of food and nutrition–

Sherman 1952; page 180.

ताशी ५·३ मैल वेगाने **चालणे** आणि **धावणे** या दोन प्रकारच्या व्यायामाने उपयुक्त काम जितक्यास तितकेच घडतें तरी त्या प्रसंगी **उष्मोत्पादन वेगवेगळे** होते असे सिद्ध झाले आहे. त्यावरून बराच बोध घेण्याजोगा आहे.

धावताना आणि चालताना आपले स्वतःचे वजन आपण काही उंचीवर नेऊन पुढे ढकलतो. दोनही प्रसंगी उचल सारखीच असली आणि पावलांची संख्याही सारखीच असली तर दोनही प्रसंगी काम सारखेच घडले असे होईल. तथापि ते नेमक्या वेळात पार पाडण्यात येथे फरक आहे. कमी वेळात तेच पार पाडण्यात उष्मव्यय अधिक होत आहे असे नाही, कारण वेग सारखाच ठेवला आहे. येथे एक तर पाऊल उचलण्याच्या उंचीत फरक असेल किंवा पावलांच्या संख्येत फरक असेल. एकच काम करताना शक्तीचा व्यय अधिक लागला म्हणजे यंत्राच्या तत्परतेत (क्षमतेत) कमतरता आहे, असा अर्थ होतो. मुद्दाम तत्परता मोजण्याच्या सोयीची रचना करून कामाचे माप आणि नेमक्या वेळात उत्पन्न होणाऱ्या शक्तीचे माप करून पाहिलेले आहे. त्यावरून असे कळून आले आहे की, **एकाच कामाची सवय बरेच दिवस केल्याने तत्परता वाढत जाते,** एकच काम करण्यात उष्णतेचा व्यय उत्तरोत्तर कमी होत जातो. वर १८ दिवस आणि ४६ दिवस चालविलेले प्रयोग सांगितले त्यात तशी तत्परतेची मोजणी केलेली आहे. तेव्हा असे दिसून आले आहे की, प्रथम तत्परता १६.२ टक्के होती. ती दुसऱ्या वेळी १९.६ झाली. १६ टक्के तत्परता याचा अर्थ असा की, जितक्या शक्तीचा व्यय झाला त्यापैकी १६ टक्केच शक्ती आपल्या कामी आली. बाकीच्या ८४ टक्क्याची उष्णताच झाली. **अभ्यासाने तत्परता[1] ३२ टक्क्यापर्यंत वाढवता येते,** असा अनुभव आहे. 1 Efficiency.

थकवा किंवा **ग्लानी येण्याच्या दृष्टीने कामाची त्वरा** महत्त्वाची आहे. मोठ्या त्वरेने काम केले असता थकवा लवकर येतो. कमी त्वरेने काम केले असता उशिरा येतो. काम सतत पुष्कळ दिवस करीत राहणे असल्यास झपाटा उपयोगी पडत नाही. त्याने ग्लानी येते आणि त्यानंतर कामाची त्वरा कमी होते. हिमालय चढून जाणे असल्यास दिवसाकाठी १०, १२ मैलापेक्षा अधिक वेग उपयोगी पडत नाही. एक दिवस १६ मैल चढलो तर दुसरा सबंध दिवस विसावा घेणे भाग पडते. एकूण वेग ८ मैल पडतो. उलट १० मैलांचा वेग दिवसानुदिवस चालू ठेवणे शक्य होते. दिवसाउजेडी श्रमाने येणारी ग्लानी निजून उठल्याबरोबर नाहीशी होते. कोणतेही काम आरंभताना स्नायूंची तत्परता थोडी असते ती लवकरच वाढत जाते. पण एक सीमा गाठल्यानंतर कमी होत जाते. **उत्तम तत्परता असतानाच काम करणे हिताचे असते,** हे उघड आहे. नाही तर बरीच शक्ति केवळ उष्णतारूपाने वाया जाते. ग्लानीची **भावना होण्यापूर्वीच तत्परता उत्तमापेक्षा कमी झालेली असते. थकलेल्या अवयवाकडून काम घेणे म्हणजे शक्ती आणि ती देणारे अन्न वाया घालविणे आहे.**

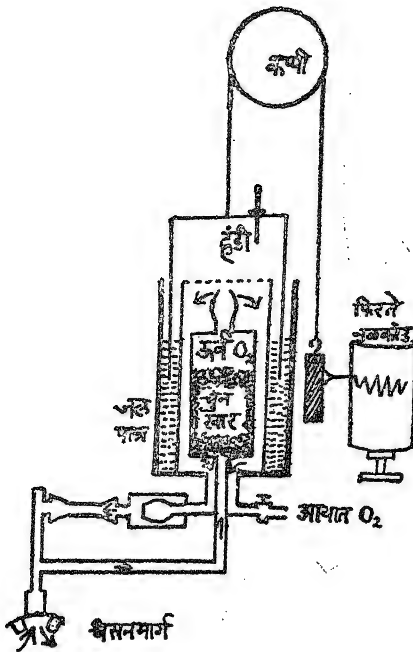
संपूर्ण विश्रांती घेत असताना आतल्या आत काही काम घडत असते. त्यामुळे उष्णता उत्पन्न होते. शिवाय स्वभावतः घडत असलेल्या रासायनिक विक्रियांमुळे काही उष्णता प्रकट होत असते. या उष्मोत्पत्तीस संकलितपणे **मूलभूत उष्मोत्पत्ती** म्हणतात. ती किती असते ते आता पाहिले पाहिजे.

आताच ज्याला मूलभूत उष्मोत्पत्ती म्हटले ती शरीरात नित्य चालू असणाऱ्या घडामोडीने उत्पन्न होते. म्हणून या उष्मोत्पत्तीचे माप तेच मूलभूत चयनाचेही माप होते. चयन म्हणजेच घडामोड. उपचयन म्हणजे घडणे आणि अपचयन म्हणजे मोडणे. दोनही मिळून चयन. आपण बुद्धया काही करीत नसलो तरी पचन, श्वसन आणि अभिसरण या क्रिया चालूच राहतात. जेवणानंतर दहाबारा तासांनी त्यातील पचन ही क्रिया बरीच कमी होते. परंतु श्वसनाभिसरणात मोठा फरक पडत नाही. श्रम करताना श्वसनाभिसरण जोरात चालतात, एरवी मंदावतात. तात्त्विक दृष्टया केवळ **मूलभूत-चयन**[1] मोजता येत नाही, परंतु व्यावहारिक दृष्टया संकेताने ते **मोजण्याची रीत ठरून गेलेली आहे**. त्यावरून येणारे अंक बरेच बोधप्रद असतात. काही विकारासंबंधी सूचना त्यावरून मिळू शकते. म्हणून ते मोजण्याची वहिवाट पडलेली आहे.

1 Basal metabolism.

प्रस्तुत संकेत असा:- चयनमापन करण्याकरता सकाळची वेळ उत्तम. योजलेल्या वेळेच्या आधी बारा तास काहीही अन्न घ्यावयाचे नाही. तत्पूर्वी सवयीचे असेल त्या प्रकारचे अन्न थोडया कमी मानाने घ्यावे. रात्री ८,१० तास अंथरुणावर पडून विश्रांती घ्यावी. झोप आली तर उत्तम. मानसिक श्रम करू नयेत. मनोव्यथा टाळावी. सकाळी योजल्या वेळेपूर्वी मामुली शौचविधी उरकावा. नंतर पुनः निदान अर्धा तास अंथरुणावर निश्चितपणे पडून रहावे. मोजणीकरता दोन प्रकारची उपकरणे असतात. एकात नाक बंद करून तोंडाने श्वसन करावयाचे असते. दुसऱ्यात नाकातोंडावर पडदा बांधून श्वसन करावयाचे असते. पहिल्या प्रकारात एका कोठयात साठवलेला ऊर्व वायू श्वासाने घ्यावयाचा असतो. उच्छ्वास टाकलेला ठराविक वाटेने जातो. तो जाता जाता त्यातील कौद्रवायू चुनखारात[1] शोषला जातो. उरलेला ऊर्व पुनः कोठयातून येणाऱ्या ऊर्वात मिसळून श्वासात येण्याजोगा व्हावा अशी योजना उपकरणात असते. ऊर्व हंडीखाली कोंडलेला असतो. तो श्वसनाने आटत जातो. किती आटतो ते हंडीच्या हालचालीने समजते. (परिणामी कोंडणारे पाणी वर चढून त्याने फिरत्या नळकांड्यावर लावलेल्या कागदावर कापरी आणि उतरती रेघ उमटते.)

१. चुनखार Sodalime.

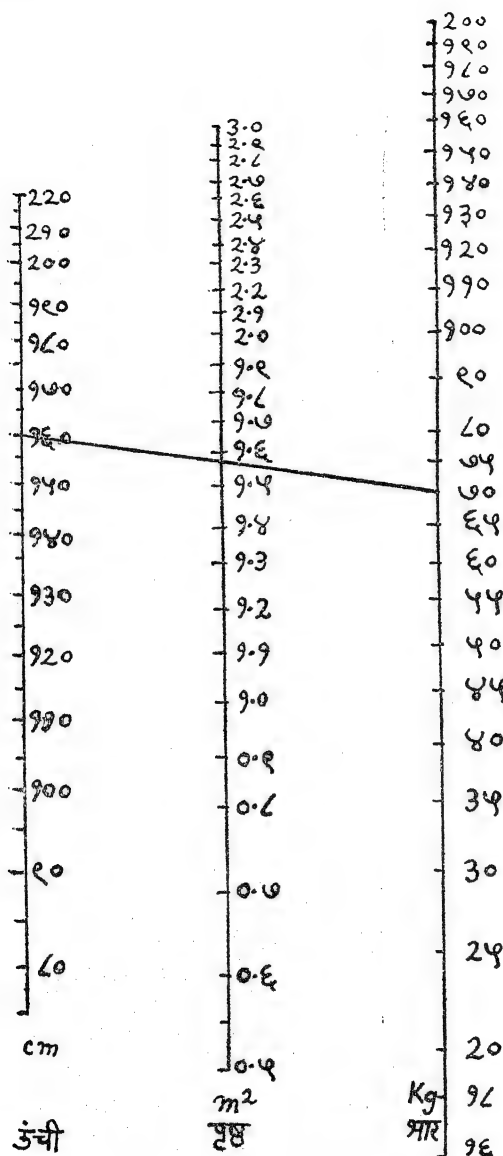


आ० ४९·३ चयनमापक.

याप्रमाणे **रेखाटन एकेका दमात सहा सहा मिनिटे,** असे एक दोन वेळा करावयाचे असते. सहा मिनिटात श्वासाने किती वायू खपला ते यावरून समजून येते. हे समजल्यानंतर सांकेतिक अवस्थेत याच वायूचा आकार किती भरेल ते गणितावरून काढावयाचे. त्यावरून एका तासात किती वायू खपतो ते काढावयाचे. **एक लिटर ऊर्वाने शरीरात ४·८२५ ओष उष्णता उत्पन्न होते** असा आडाखा आहे. त्यावरून प्रत्येक तासात उष्मोत्पत्ती किती होते ते ठरते. ही **उष्मोत्पत्ती शरीराच्या पृष्ठफळावर अवलंबून असते.** वजन आणि उंची यावरून पृष्ठफळ ठरविता येते. तसे ठरवून **एक चौरस चरण (मीटर) पृष्ठफळागणिक किती ओष निघतात ते ठरवावे.** याच अंकास मूलभूत चयनत्वरा[1] म्हणतात.

1 Basal Metabolic Rate. B. M. R.

येथे दिलेल्या रीतीने चयनत्वरा ठरविली असता तिच्यात थोडीशी कसर राहते; कारण त्यात प्रोतीनचयन आणि अप्रोतीन श्वसितगुणोत्तर यांचा विचार केलेला नाही. तथापि ही कसर दोन टक्के किंवा त्या सुमारात असते. व्यावहारिक उपयोग लक्षात घेता ही कसर उपेक्षणीय असते. स्त्रीपुरुष भेद आणि वय यामानान चयनत्वरा बदलत असते. माणूस वयात येईपर्यंत हा भेद बराच झपाट्याने होतो, नंतर तो बराच मंदपणे होतो. अठराव्या वर्षी जी चयनत्वरा असते तिच्या दीडपट ती पाचव्या सहाव्या वर्षी असते, पण सत्तराव्या वर्षी सुद्धा ती निम्मी होत नाही. स्त्रियांच्यापेक्षा पुरुषांची चयनत्वरा कमी असते. यासंबंधी कोष्टके केलेली असतात. त्यांच्या तुलनेने त्वरा सांगण्याची वहिवाट आहे. कोष्टके करताना सुदृढ प्रकृतीची एकाच समाजातील मंडळी घेतलेली असतात. उदा :—



आ० ४९.४ उंची–पृष्ठ–भार संबंध

वय वर्षे	पुरुष त्वरा	स्त्री त्वरा	वय वर्षे	पुरुष त्वरा	स्त्री त्वरा.
१४-१६	४६·०	४३·०	३० ते ४०	३९·५	३६·५·
१६-१८	४३·०	४०·०	४० ते ५०	३८·५	३६·०·
१८-२०	४१·०	३८·०	५० ते ६०	३७·५	३५·०
२०-३०	३९·५	३७·०	६० ते ७०	३६·५	३४·०

Textbook of Physiology – Bykov; 1960, page 355

कोणत्याही विशिष्ट माणसाची विशिष्ट वेळी चयनत्वरा सांगावयाची झाली तर ती या आप्तत्रणीत अंकाच्या पेक्षा किती कमी किंवा अधिक आहे ते सांगतात. उदाहरणार्थ एका माणसाचे वय २५ वर्षे उंची १६० cm आणि वजन ७० किलो असून त्याने ६ मिनिटात १·२ लिटर ऊर्व O_2 खपविला. यावरून तो–

१·२ × १०×४·८२५ = ५८ ओष एका तासात उत्पन्न करतो.

त्याचे पृष्ठफळ १·५७५ निघते ∴ एका चौरस चरण पृष्ठफळागणिक तो

५८ ÷ १·५७५ = ३६·६ ओष (आप्तांक ३९·५ आहे.) उत्पन्न करतो.

∴ प्रस्तुत चयनत्वरा आप्तांकापेक्षा ७ टक्के कमी म्हणजे उणे –७ आहे. निकोप प्रकृतीच्या माणसाची चयनत्वरा – १५ते + २० टक्के असू शकते. अधिघंटिक[1] प्रपिंडाच्या विकृतीने या त्वरेत विशेष फरक दिसून येतो. अधिघंटिक स्यंद वाढला असता ती + ५० ते + ७५ टक्के असते तर

तो कमी झाला असता ती –३० ते – ६० टक्के असते.

1 Thyroid.

कामधाम करीत असता चयनाने उष्णता किती उत्पन्न होते याविषयी अंक वर दिले आहेत ते ठरवण्याकरता **डग्लस कल्पित पिशवीचा उपयोग** होतो. (पुढील प्रकरण पहा.)

मूलभूत चयनत्वरा मनुष्याने स्वीकारलेला आहारविहार आणि त्याची परिस्थिती यावर अवलंबून असते. आहारातील प्रोतीन वाढविल्याने ती वाढते. शारीरिक कष्टानेही ती वाढते. वातावरणात उष्मा वाढल्याने ती कमी होते. वातावरणाच्या विरळण्याने ती कमी होते. कष्टाची कामे करणारात ती अधिक असते. उपासमारीने ती कमी होते, तसेच कित्येक शारीरविकारांनीही ती कमी होते. ज्वर मधुमेह इत्यादी विकारांनी ती वाढते.

मूलभूत चयनत्वरा भोजनोत्तर १२ किंवा १८ तासांनी विश्रांतस्थितीत मोजतात. समजा त्वरा ‘त्व’ अशी आली. यानंतर भोजन करून लगेच त्वरा मोजली तर त्या भोजन प्रकाराप्रमाणे ती भिन्न भरते. मांसभोजन असले तर

ती १·३ त्व इतकी होते. शार्करभोजन असले तर ती १.०४ त्व अशी भरते, आणि ओषट भोजन असले तर ती १·०६ त्व अशी भरते. हे जे वाढलेले चयन त्यास **अन्नविशिष्ट-उष्मोद्गार**[1] म्हणतात. आयते पचलेले अन्न शिरेवाटे रक्तात भरले तरी असाच उष्मोद्गार घडतो. अन्नामुळे चयनाची त्वरा वाढते. पण प्रोतीनाने जितकी वाढते त्याहून ओषटाने कमी वाढते आणि शार्कराने तर त्याहूनही कमी वाढते. आपणास माहीत आहे की शरीरात प्रोतीनाचा संग्रह म्हणण्यासारखा होत नाही, परंतु ओषटाचा होतो आणि शार्कराचाही होतो; आणखी असे की शार्कराचे रूपांतर ओषटात होऊन मग त्या ओषटाचा संग्रह होतो. स्वतः ओषटात शक्तिसंग्रह असतो तो गुप्त असतो, म्हणून प्रकट उष्णता ओषटसंग्रहाने कमी होते, अशी उपपत्ती त्वरावृद्धीच्या भेदासंबंधी लावता येते.

1 Specific dynamic action of food.

थंड हवेत राहणारी माणसे सहजगत्याच प्रोतीनबहुल आहार करतात. त्या गोष्टीची उपपत्ती, प्रोतीनविशिष्ट उष्मोद्गार बहुत असतो या गोष्टीवरून नीट लागते. अशा हवेतच चयनत्वरा मोठी असणे उपयोगी पडते. तशी ती प्रोतीनबहुल आहाराने राहू शकतेही. प्रोतीन अन्न घेतल्यापासून दीड दोन तासात चयनत्वरा वाढते. तिचे परममान तीन तासांनी येते आणि ते आणखी सात आठ तास चालू राहते. दोन भोजनामधील अंतर यापेक्षा अधिक असले तरच काही वेळ त्वरा कमी होणे संभवते हे उघड आहे. दिवसाउजेडी दोन भोजनामधील अंतर याहून निश्चित कमीच असते. शार्कर अन्नाच्या बाबतीत विशिष्ट उष्मोद्गार दोन तीन तासच घडतो. ओषट अन्नाचा तर याहीपेक्षा कमी काल घडतो. **कुत्र्यांना मिथ्या-भोजन* दिले असतानाही अन्नविशिष्ट उष्मोद्गार घडतो. परंतु तो सत्यभोजनाच्या अर्ध्याइतकाच असतो. यावरून अर्धा उद्गार मनोधारणेचा असतो असे दिसते.**

* अन्न जठरात न जाता गिळणीतून थेट बाहेर पडावे अशी योजना.

प्रकरण ५०

युक्ताहार

युक्ताहारविहारस्य युक्तचेष्टस्य कर्मसु ।
युक्तस्वप्नावबोधस्य योगो भवति दुःखहा ॥ गीता ६–१७.

आहार विहार उद्योग निद्रा जागरण या गोष्टी योग्य असल्या म्हणजे कर्मयोगाच्या आचरणात दुःख होत नाही.

जगातील व्यवहार व्यवस्थितपणे चालवता येण्यास मनुष्याने आपला आहार योग्यच ठेवला पाहिजे असे भगवंताचे सांगणे आहे. योग्य आहार कोणता हेच आपल्याला प्रस्तुत प्रकरणी पहावयाचे आहे. शारीरिक कामाचे माप कसे करावयाचे ते आपण मागील प्रकरणी पाहिले असून संपूर्ण विश्रांत असताना चालू असणाऱ्या मूलभूत चयनाला किती शक्ति लागते तेही पाहिले आहे. **कामाला लागणारी आणि मूलभूत चयनाला लागणारी शक्ती दोनही मिळून लागणारी शक्ती देणारे अन्न ज्या आहारात असते तो युक्त आहार** असे थोडक्यात सांगता येते. ही शक्ती किती आणि ती कोणकोणत्या अन्नाच्या जिनसा किती किती घेतल्याने मिळू शकते हे पाहिले म्हणजे युक्ताहाराचे विवरण झाले. योग्य आहार कोणता ते ठरविण्याकरिता ज्यांचे आरोग्य उत्तम आहे अशा माणसांचा आहार तपासून पाहून तो योग्य मानणे आणि मग त्यातील योग्यता कोणत्या गोष्टीमुळे उत्पन्न झालेली आहे याविषयी तत्त्वसंशोधन करणे अवश्य आहे. आपल्या देशात याविषयी संशोधन झाले आहे ते थोडे आहे. युरोप व अमेरिका येथे असे संशोधन पुष्कळ झाले असून त्यावरून निघालेले निष्कर्ष ग्रंथांतरी आढळतात. लिहिण्यावाचण्याचे काम करणाऱ्या एका गृहस्थाने स्वतःवरच असे दोन प्रयोग केले. पहिला प्रयोग सहा महिन्यांचा आणि दुसरा आठ महिन्यांचा होता. पहिल्यात त्याने प्रतिदिनी ६६ ग्राम प्रोतीन ८३ ग्राम ओषट व ३०६ ग्राम शार्कर अन्न घेतले आणि दुसऱ्यात ७६, १०९, १७८ ग्राम असे घेतले. दोनही प्रसंगी त्याची प्रकृती चांगली राहिली. मध्यंतर काळात त्याने आहार अधिक भरीव केला होता आणि त्याचे वजन १४७ पौंडापासून १५७ पौंडापर्यंत वाढले होते ते तसेच राहिले.– (Chemistry of food and nutrition, page 141)

विश्रांत अवस्थेत मूलभूत चयनत्वरा किती असते ते मागील प्रकरणी सांगितले आहे. तेथेच असेही सांगितले आहे की ही त्वरा अन्नपचनाचे वेळी आणि श्रमसमयी वाढत असते. विश्रांत अवस्थेतील त्वरा ही लघुतम त्वरा झाली. इतर प्रसंगी ती अधिकच असावयाची. **युरोपीय देशात** साधारणपणे दिवसाकाठी मूलभूत चयनाने **१६०० ओष** उष्ममोलाचे अन्न खपते असा अनुभव आलेला आहे. अलीकडे **आपल्या देशातही** असे मोजणीप्रयोग झालेले आहेत. त्यावरून पाहता हे मूलभूत चयनाचे मान आपल्या लोकांत काहीसे कमी असते असे दिसून येते. **सरासरीचा अंक** १४४० असा आलेला आहे. स्त्रीपुरुषांच्या मूलभूत चयनमानात परदेशात फरक पडतो तसा तो आपल्या देशातही पडतो मूलभूत चयन म्हणजे केवळ शरीरधारणेकरता घडणारे चयन.

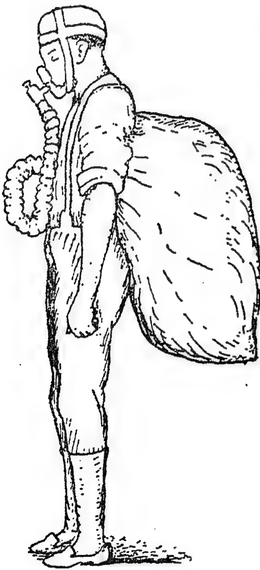
शरीरधारणार्थ लागणाऱ्या अन्नपरिमाणामध्ये स्त्री किंवा पुरुष प्रौढाप्रौढात फरक पडतो त्याचे कारण त्यांच्या त्वचेच्या क्षेत्रफळातील फरक असे आढळून येते. हेच कारण काही अंशी लहान मुलाच्या आणि प्रौढाच्या बाबतीतही लागू असले पाहिजे, असे सहज कळून येण्यासारखे आहे. पिंडागणिक ज्याचे त्वचाक्षेत्र मोठे त्याच्या अंगातून उष्णता जास्त झपाट्याने बाहेर पडणार हे साहजिकच आहे. त्याकरता उष्णतेचा पुरवठा जास्त पाहिजे. त्याकरताच अन्नही अधिक पाहिजे. येथे अन्न म्हणजे अर्थात् वजनागणिक अन्न, एकंदर अन्नराशी नव्हे. या संबंधात एखाद्या चेंडूचे उदाहरण घ्यावे. वीस तोळ्याचा चेंडू असला तर त्याचे तोळ्यागणिक क्षेत्र जितके भरेल त्यापेक्षा दहा तोळ्याच्या चेंडूचे तोळ्यागणिक क्षेत्र अधिक भरेल. **माणसाचे शरीर वाढते तसे त्याचे वजनागणिक क्षेत्र कमी होत जाते. त्याच मानाने त्याचा वजनागणिक आहार हा अंकही कमी होत जातो.**

शरीरधारणेकरता जे **अन्न** लागते ते **उन्हाळ्यात** कमी आणि **हिवाळ्यात अधिक** लागते या गोष्टीची उपपत्ती नीट लागते. हिवाळ्यात अधिक उष्णता शरीरातून बाहेर पडते आणि त्याकरता अधिक अन्नाची आवश्यकता असते. देशोदेशी हवेच्या तपमानात फरक पडतो आणि त्याला अनुसरून तेथील रहिवासी लोकांच्या मूलभूत चयनातही फरक पडतो हेही हिवाळ्या-उन्हाळ्यातील स्थानिक फरकाप्रमाणेच आहे. आता असे समजा की, आपण जन्मल्यापासून वीस वर्षे या वातावरणात आहो, आणि मग एकविसाव्या वर्षी येथून उठून इंग्लंडात गेलो तर तेथे शरीरधारणेकरिता लागणाऱ्या अन्नपरिमाणात फरक होईल की नाही ? व्हावा अशी अपेक्षा आहे. उलट इंग्लंडात ज्याचे बरेच आयुष्य गेले आहे तो जर इकडे आला तर त्याच्या शरीरधारणार्थ लागणाऱ्या अन्नपरिमाणात फरक होतो

की नाही ? व्हावा असे वाटते, झाला आहे अशी उदाहरणे सापडतात. तथापि तो झाला नाही अशीही उदाहरणे सापडतात. हा अर्थात् सवयीचा परिणाम म्हणणे भाग आहे. हाच परिणाम आनुवंशिक होणे शक्य आहे.

प्रोतीन ओषट आणि शार्कर द्रव्यापैकी ओषटापासूनच सर्वांत अधिक उष्णता मिळते तरी **थंड हवेत** जे लोक राहतात ते सहजगत्या जो आहार घेतात त्यात प्रोतीनांचा भरणाच विशेष असतो. या लोकांची मूलभूत चयनाची उष्णताच अधिक असते ती उत्पन्न होण्याकरता **प्रोतीनाचाच उपयोग विशेष होतो**. अन्न-विशिष्टउष्मोद्गार प्रोतीनांचाच सर्वाधिक असतो. त्याचा या कामी उपयोग होतो. काम करण्याकरता जी शक्ती वापरावयाची ती प्रथमतः शार्करान्नापासून सहजगत्या उत्पन्न होते. तो भरपूर नसला तर मग ओषटाचा व्यय होतो आणि सरते शेवटी प्रोतीनाचा व्यय होतो असे, प्रत्यक्षतः श्वसितगुणोत्तराच्या मोजणी-वरून अनुभवास येते. गेल्या प्रकरणी डगलस पिशवी म्हणून जी सांगितली तिचा उपयोग काम करताना केला असता हे गुणोत्तर ठरवता येते.

डगलस पिशवी रबर व कापड यांची बनविलेली असते. ती ऊर्ववायूने भरून आतुराच्या पाठीवर बांधतात. आतुराच्या तोंडाला एक मुखवटा बांधतात या मुखवटयाच्या काठाला लहानशी रबरी पिशवी असते ती हवेने भरतात. असे केल्यावर मुख-वटयाचा बाहेरच्या हवेशी संबंध न ठेवता तो तोंडावर पक्का बांधता येतो. मुखवटयातून निघालेली एक रबरी नळी डग्लस पिशवीच्या मानेतील नळीशी इतरत्र संबंध न ठेवता जोडून टाकतात असे केल्याने आतुराचा श्वासोच्छ्वास पिशवीतच चालतो. ठराविक अवधीच्या शेवटी पिशवीतील वायूची छाननी करतात. तिजवरून किती ऊर्व खपला आणि किती कौद्व उत्पन्न झाला ते समजते. हे समजले म्हणजे श्वसित-गुणोत्तर ठसते. याच मोजणीबरोबर मूत्रोत्स-र्गातील नत्रद्रव्याचीही मोजणी केली तर सबंध चयनाचे गणित करता येते. प्रयोगावरून असे दिसून येते की **श्रम करण्याकरता जी शक्ती खर्च करावयाची ती प्रोतीनापासून सहसा उत्पन्न होत नाही. शार्कर व ओषट यांच्या अभावीच**



आ० ५०·१ उच्छ्वासमापक पिशवी

प्रोतीनाचा उपयोग केला जातो. तो उपयोगसुद्धा प्रोतीनापासून शार्कर व ओषट द्रव्य उत्पन्न होऊन मगच होतो.

प्रोतीन ओषट आणि शार्कर या तीन अन्नप्रकारांपैकी प्रोतीन या प्रकारात नत्र हा घटक विशेष आहे. इतर दोहोमध्ये तो नाही. मनुष्याचे अन्न मुळीच बंद केले असता तो महिना दोन महिने देखील जगू शकतो. अर्थात् तो उत्तरोत्तर क्षीण होत जातो. त्याच्या अंगातून मल बाहेर पडत राहतात. त्यात C, H, O, N, हे चारी घटक असतात. हे सर्व घटक ज्यात आहेत असा अन्नप्रकार प्रोतीन हा एकच आहे. तेव्हा एकाच प्रकारच्या अन्नाने जीव जगविणे असल्यास ते प्रोतीनाने मात्र शक्य आहे, दुसऱ्या दोहींनी शक्य नाही हे केवळ रसायनदृष्टीनेही दिसून येते. सामान्य व्यवहारातला अनुभवही असाच आहे. सहजगत्या माणूस जो आहार घेतो त्यात थोडेबहुत प्रोतीन असतेच. काही लोक नित्य मांसाहार करणारे आहेत. त्यांच्या आहारात प्रोतीन आणि ओषट यांचाच भरणा असतो. मांसावरोबर थोडेसे ओषट असते पण शार्कर नसते. नाही म्हणावयास चांगल्या पोसलेल्या प्राण्याच्या शरीरातील यकृतात मांसीर असते. तसे पाहिले तर मांसीर मांसातही असते पण ते फार थोडे. **बहुशः मांसाहार करणारे लोक आहेत त्यांच्यातील प्रौढांच्या आहारात रोजी १०० ग्रामापेक्षा अधिक प्रोतीन असते. भारतातील शाकाहारी लोकांपैकी काहींच्या आहारात रोजी प्रोतीन ७० ग्राम असते पण त्यातील काहींच्या आहारात ते ३० ग्राम किंवा त्याहूनही कमी असते.** युरोपीय लोकांनी प्रोतीन दैनंदिन आहारात किती पाहिजे ते ठरवण्याकरता पुष्कळ प्रयोग केलेले आहेत. काही जणांनी आहारातील प्रोतीन ३० ग्रामाइतके ठेवून सहा सहा महिने नित्याचे व्यवहार करून काढले आहेत. त्यांना त्यापासून अपाय झालेला नाही. **एकाने तीन ग्रामापेक्षा कमी प्रोतीन घेऊन ५४ दिवस काढले, पण त्यांचा पिंड उत्तरोत्तर झिजत गेला.**

उंदीर ससे इत्यादी प्राण्यावर पुष्कळ प्रयोग झाले आहेत. त्यावरून पाहता विविध प्रोतीनांची पोषणदृष्टीने योग्यता वेगवेगळी असते. इतकेच नव्हे तर एक दुधातील प्रोतीन सोडून इतर कोणत्याही जिनसेतले प्रोतीन एकच्याएक कितीही घेतले तरी शरीरधारणेस योग्य नाही, असे दिसून आले आहे. इतर प्रोतीनांची मिश्रणे आहारात असणे हेच अवश्य आहे. या दृष्टीने पाहता प्रोतीनाचे जे दोन प्रकार प्राणिज आणि वानसज त्यांपैकी वानसज प्रोतीनास दुसऱ्या म्हणजे प्राणिज प्रोतीनाची जोड अवश्य आहे असेही दिसून आले आहे. दुधातल्या प्रोतीनास मात्र दुसऱ्या कशाची जोड अवश्य नाही. उलट त्याची जोड वानसप्रोतीनास दिली

असता उत्तम पोषण होऊ शकते, असा अनुभव आहे. **मांसाहारात प्रोतीनाची**
मर्यादा ठरवण्याची गरज नाही ते आपोआपच पाहिजे तेवढे येते. शाकाहारात मात्र
शरीराच्या एक किलोग्राम वजनागणिक एक ग्राम प्रोतीन असावे असे सांगणे
अवश्य आहे. या आहारात दुधाचा समावेश गृहीत धरला आहे. तोळा = १२ ग्राम

सर्व भारतीयांच्या आहाराचा मुख्य भर धान्यावर आहे. आहारदृष्ट्या
धान्याचे वर्ग दोन– एकदलिक आणि द्विदलिक. या धान्यांची पिके सर्व प्रांतात
येतात. ओषट आणि त्यात विरघळणारी जीवातुद्रव्ये याखेरीज सर्व अवश्य
अन्नघटक या धान्यात मिळण्याजोगे आहेत त्यांची योग्य जुळवणी मात्र झाली
पाहिजे. द्विदलिकापेक्षा एकदलिक पचावयास सोपे म्हणून एकदलिकाचाच
भरणा आहारात अधिक असावयाचा हे साहजीकच आहे. आता या एकदलिकाचा
कोंडा किंवा भुसा जर साफ टाकून देऊन पांढरे स्वच्छ धान्याचे पीठ वापरले तर
जीवातूंचा आणि लवणांचाही आहारात तुटवडा पडतो. तांदूळ हेच एकच्या एक एक-
दलिक धान्य आहारात वापरले तर ते कोंड्याशिवाय वापरणे अवश्य झाल्याने
हा तुटवडा विशेष जाणवतो. अशा प्रसंगी जीवातूंचा तुटवडा टाळण्याकरता दहा
तोळे द्विदलिक घ्यावे लागेल. पण इतके द्विदलिक पचविणे कठीण आहे. म्हणून
ते पाचच तोळे घेऊन बाकीच्या पाच तोळ्यांच्या ऐवजी **दूध निदान २५ तोळे**
तरी घ्यावे लागेल. धान्यातले प्रोतीन उत्तम प्रकारचे नसते. **कोणत्याही एका**
धान्यातले प्रोतीन पूर्णपणे पोषक नसते. त्याकरता एका धान्यास दुसऱ्याची जोड
पाहिजे. इतकेच नव्हे तर दोन धान्ये मिळून सुद्धा उत्तम संच होतोच असे नाही.
गहू जोंधळा बाजरी ही एकदलिक धान्ये एकंदर धान्याच्या निदान दोन तृतीयांशाने
असली तर ती उणीव येत नाही. तथापि त्यांपैकी गहू कणीक करून वापरण्या-
ऐवजी रवा किंवा सपीठ करून वापरल्यास तशी उणीव उत्पन्न होते. म्हणून रोजच्या
आहारात गहू घ्यावयाचा तो कणीक करूनच वापरणे अगत्याचे आहे.

तांदुळामध्ये सुमारे दोनशे पोटजाती आहेत. आकार चव वास या दृष्टीने
त्यात भेद करून त्यांच्या किंमती ठरवितात. पण त्या गोष्टी पोषणाच्या दृष्टीने
महत्त्वाच्या नाहीत. कांडणे पाखडणे धुणे इत्यादी जे संस्कार त्यावर करतात
त्यांचे परिणाम महत्त्वाचे आहेत. तुसासकट तांदूळ साठवून आयत्यावेळी हातकांडण
करून ते पाखडून धुवून वापरावयाचे, ही पद्धत पन्नास वर्षांपूर्वी होती ती
ठीक होती. हल्ली ती नाहीशी झाली असून **तांदूळ गिरणीत तयार** करण्याची
चाल रूढ झाली आहे. गिरणीत खरडणी कमी करावी इत्यादी निर्बंध पाळले
जात नाहीत. पाळले गेले तरी असा कमी खरडलेला तांदूळ साठवणीने बिघडतो.

त्यावरचे उघडे पडलेले ओषट खवटते. शिवाय त्यास कीड लागण्याचा संभव असतो. अशा तांदुळाचा भात होईपर्यंत **त्यातील जीवातूंपैकी ७० ते ८० टक्क्या-पर्यंत नाश होतो.** ही हानी मोठी आहे. **उकडे तांदूळ** करण्याची एक पद्धत आहे. तुसासकट तांदूळ भिजवून त्याला वाफ देतात. मग त्याचे तूस काढून टाकतात. त्यांत जीवातूंची **हानी ५२ ते ५८ टक्क्यापर्यंत** होते. तांदूळ पुनः पुनः धुऊन अर्ध-वट शिजवल्यावर सुद्धा त्यातील पाणी काढून टाकतात तेव्हा तर त्यातील जीवातू द्रव्य पार नाहीशी होतात. वास्तविक अशा धुण्याचे व पाणी काढण्याचे काही कारण नाही. तसे न करताच भात चांगला रुचकर होतो. हातकांडणीचा तांदूळ धुण्याने मोठी हानी होत नाही. पण खरडलेला तांदूळ धुण्याने आणि विशेषतः अर्धवट शिजल्यावर पाणी काढण्याने अतिशय हानी होते.

तांदुळाच्या प्रोतीनाची पोषकता ठरवण्याकरता उंदरावर प्रयोग केलेले आहेत. त्यापैकी काही प्रयोगावरून ती योग्यता उत्तमाच्या तुलनेने ८० टक्के, आणि काही प्रयोगावरून ६७ टक्के आढळून आली आहे. त्याप्रमाणे गव्हाच्या प्रोतीनाची योग्यता तपासली आहे ती ५३ ते ६६ अशी आढळली आहे. हे प्रयोग अगदी थोडे आहेत आणि गव्हाच्या त्याचप्रमाणे तांदुळाच्या उपजाती पुष्कळ आहेत. म्हणून हा फरक लक्षात घेण्याजोगा नाही. आणखी एक गोष्ट अशी आहे कीं, ही योग्यता ठरविण्याच्या दोन रीतीमध्ये मेळ नाही. शिवाय प्रयोगरचने-मधेही काही कसर आहे. एका पद्धतीने बाजरी जोंधळयातील प्रोतीनांची योग्यता सारखी ठरते तर दुसरीने जोंधळयापेक्षा बाजरीतले प्रोतीन दीडपट श्रेष्ठ ठरते, असेही आढळले आहे.* तूर्त आपण हा फरक जमेस न धरणेच चांगले. जात्या कोणतेच प्रोतीन दुसऱ्यापेक्षा श्रेष्ठ नाही, आणि कोणतेच संपूर्णपणे पोषक नाही, असे मानून चालावे. याकरता काय भरपाई करावयाची ती राशी वाढवून आणि मिश्रणे वापरून करावी. **निदान ३० ग्राम प्रोतीन पाहिजे असे ठरत असले तर विविध प्रकार मिळून ६० ग्राम किंवा ७० ग्राम घ्यावेत, म्हणजे कमतरता येणार नाही.**

पुष्कळ जातीची कडधान्ये आहारात घेण्याची चाल आहे. तूर व चणे ही त्यातील प्रमुख होत. एकदलिक धान्यापेक्षा त्यातील प्रोतीन पचनीयतेत कमी आहे. पण त्याचे प्रमाण दुपटीहून अधिक असल्यामुळे त्याचा उपयोग महत्त्वाचा आहे. पोषणाच्या दृष्टीने त्यांची योग्यता एकदलिक धान्यापेक्षा थोडीशी कमी आहे, असा उंदरावरील प्रयोगांचा निष्कर्ष आहे.

---

* *Nutrition in India– V. N. Patwardhan. 1952, page 40.*

मानवी अनुभवावरून पाहता **डाळ तांदुळांची खिचडी हे भरपूर अन्न मानले** गेले आहे. त्याचे गुणोत्तर १ : २ किंवा १ : १ असे वापरण्यात आहे. कडधान्यात चण्यापेक्षा मसूर व तूर सुपचनीय असल्याचे आढळते. उडीद जड आणि मूग हलके समजतात, ते अर्थात् पचनाच्या दृष्टीने. गेल्या महायुद्धाच्या काळात एकदलिकांचा तुटवडा फार जाणवला. तेव्हा कित्येकांना आपल्या आहारातील द्विदलिक वाढवावे लागले. तेव्हा असे अनुभवास आले की, चवळ्या मूगमटक्यांपेक्षा पचनास जड असतात. घेवडे वाल वाटाणे अशी आणखीही कडधान्ये आहेत. त्यात तारतम्य आहे पण विशेष नाही. सर्व कडधान्ये प्रोतीनात भर आणि जीवातूतही भर या दृष्टीने महत्त्वाची आहेत. **प्रौढ माणसाच्या रोजच्या आहारात ४० तोळे एकदलिक आणि ५ तोळे द्विदलिक** असावे. (तोळा = १२ ग्राम)

भुईमूग हे एक महत्त्वाचे अन्न आहे. त्याची गणना द्विदलिकात होते. त्यात कडधान्यातल्या पेक्षाही अधिक प्रोतीन असते. ते अर्थातच उत्तम प्रतीचे असते असे नाही, तरी चांगले असते. याशिवाय त्यात तेल भरपूर असते. भुईमूग ओला भिजवून न शिजवता, शिजवून, किंवा भाजून खाण्यायोग्य असतो. कोशिंबीर, थालीपीठ, खिचडी, पालेभाजी, फळभाजी, इत्यादी कोणत्याही खाद्यप्रकारात त्याचा समावेश होऊ शकतो. शिवाय गुळासह कुटून त्याचे लाडू होऊ शकतात, गुडदाणी होते, म्हैसूरपाक होतो. म्हणून **द्विदलिकाच्या ५ तोळ्यात त्याला बरचेवर काही भाग देणे श्रेयस्कर** आहे.

खोबरे हे दुसरे महत्त्वाचे अन्न आहे. ते एकदलिक आहे. त्यात तेल भरपूर असून इतर एकदलिकात असते तितपत प्रोतीनही असते. चटणी भाजीपाला भात खिचडी इत्यादी अनेक खाद्यात त्याचा समावेश चांगला होतो. एकंदर धान्यांच्या ४५ तोळ्यात त्यालाही भाग द्यावा. सुके खोबरे आणि भुईमूगदाणे मिळून रोजी ५ तोळे आहारात असावेत. असे असल्यास सहजच २॥ तोळे तेल त्यात येईल. याखेरीज भाजीपाल्याच्या फोडणीत आणि पोळीच्या कणकेत एकादा तोळाभर तेल सहजच यावे.

आपण ज्या पालेभाज्या खातो त्यात वजन मोजून जमेस धरण्याजोगा अन्नांश फारच थोडा असतो. त्यातील जीवातूंचाच उपयोग प्रमुख होय.

दूध हे उत्तम अन्न आहे. ते स्तनी प्राण्याने आपल्या अपत्याच्या वाढीसाठी अन्न म्हणून उत्पन्न केलेले असते. माणसालाही ते सर्वदा उपयोगी पडण्याजोगेच असते. त्यात एकाच गोष्टीची उणीव असते ती लोहलवणाची. ही उणीव धान्यांनी भरून निघणारी आहे. म्हणून **मुलास पहिले साल आठ महिने झाल्यानंतर धान्य थोडे थोडे**

देत राहिले पाहिजे. उत्तरोत्तर धान्याचा आहार वाढवून दुधाचा कमी करणे योग्य आहे. केवळ गाईम्हशींचे दूध तापवून दिले जाते तेव्हा त्यात आमलिकाम्लाचाही तुटवडा असतो. त्याकरता मुलास फळाचा रस नेमाने देत जाणे अगत्याचे असते. **दूध ६२·५° C पर्यंत अर्धातासभर तापवून नंतर झपाट्याने गार करणे म्हणजे पाश्चरण होय. पाश्चरणाने आमलिकाम्ल नाहीसे होत नाही, टिकून राहते. या क्रियेने जंतूंची वाढ थांबते.**

लहानपणी दूध तसे मोठेपणी धान्य हा आहाराचा प्रमुख भाग असला पाहिजे; तरी धान्यातही संपूर्ण आहार होण्याच्या दृष्टीने अनेक उणीवा असतात. यापैकी एक उणीव उत्तम प्रोतीनाची ती दुधाने भरून निघते. दुसरी उणीव ओषटाची तीही दुधातील ओषटाने भरून निघते. तिसरी उणीव जीवातुद्रव्यांची, तीही अंशतः दुधाने भरून निघते. चवथी उणीव खटलवणांची तीसुद्धा दुधाने भरून निघते. दुधात आमलिक अम्लाखेरीज इतर जीवातु आणि खटस्फुरिक लवण बरेच असते. **आमलिकाम्लाची गरज मोडाच्या धान्यानी नीटपणे भरून निघते.** दिवसाकाठी **अर्धाशेर[1] म्हशीचे किंवा पाऊणशेर गाईचे दूध** धान्याहाराच्या भरीला असले म्हणजे सर्व उणीवा भरून निघतात. दुधापासून दही, ताक, लोणी तूप होण्यासारखे असल्यामुळे ते विशेष सोयीचे प्राणिज अन्न ठरते. हल्ली दुधाचा खप मुख्यतः चहा कॉफी करण्याकडे होतो. ही पेये उत्तेजक आहेत. त्यांचा उपयोग प्रसंगविशेषी थकवा घालवण्याकरता ठीक आहे. परंतु सरसकट दररोज चार चार वेळा, विशेषतः सकाळी उठल्याबरोबर अगदी अनवश्यक आहे. त्यांनी शरीरास अपाय झाल्याची उदाहरणे अगदी थोडी आहेत. तरी त्यांची चटक लागते ही गोष्ट अनिष्टच आहे. कोकोमधे हा दोष नाही आणि त्यात शरीरोपयोगी लवणे असतात हा गुण असतो.

१ (शेर = ९३४ ग्राम)

सर्व खाद्यात साखर हे रसायनदृष्ट्या शुद्ध खाद्य आहे. ते शक्तिप्रदही आहे. तथापि आहारदृष्ट्या इतर अवश्य द्रव्ये तशी शुद्ध आणि स्वस्त अशी उपलब्ध नसल्यामुळे, साखरेचा उपयोग माफकच केला पाहिजे. गुळात साखरेबरोबर स्वभावतः असणारी लवणे असतात आणि बहुधा B गणातील जीवातुद्रव्येही असतात म्हणून **चांगला स्वच्छ गूळ** किंवा त्याचेच पूर्वरूप **काकवी** जर मुबलक मिळू लागली तर त्यांचा नेहमीच्या आहारात समावेश करणे अधिक श्रेयस्कर होईल. ठेवणीच्या अन्नात साखरेचा उपयोग पुष्कळ आहे. तो उत्तरोत्तर वाढतच जाईल. **साखरेचा अत्यंत उपयोग दातांचे आरोग्य बिघडविणारा** आहे असे काही तज्ज्ञांचे मत आहे. बहुधा हा जीवातूंच्या उणीवेचा परिणाम असावा.

पालेभाज्या, फळभाज्या, कंदभाज्या, अशा तीन प्रकारच्या भाज्या आपण
करतो. त्यापैकी कंदभाज्यातील प्रोतीन आणि तौकीर गणतीत धरण्याजोगे असते.
तथापि धान्याच्या मानाने त्यांचा वापर कमी आहे. ते योग्यही आहे. त्यात
प्रोतीन कमी असून लवणांचे मानही थोडकेच असते. सालासकट **उकडले तर बटाटे**
आमलिकाम्लाकरता आणि रताळी गृंजोलाकरता उपयोगी पडण्याजोगी आहेत.
धान्यात असतो त्यापेक्षा भाज्यांमधे, विशेषतः पालेभाज्यांमधे, तूलीराचा भाग
अधिक असतो. त्यात सारक गुण असतो. फळभाज्यामधे आमलिकाम्ल अधिक
आणि गृंजोल कमी असून तूलीराचा भरणा बरा असतो. त्याच्या जोडीला इतर
अम्ले व लवणे अमळ अधिक असतात. एकंदरीत रुची येण्याला या भाज्यांचा
चांगला उपयोग होतो. मीठमसाला घालून आपण रुची वाढवतो.

पालेभाज्या आणि फळभाज्या यापेक्षा आहारात **फळांना महत्व** अधिक आहे.
टमाटो व काकडी यांच्या भाज्या करतात पण तसे करणे ठीक नाही. ही फळे न
शिजवता खाणेच चांगले. पेरू केळी संत्रे द्राक्षे अंजीर इत्यादि पुष्कळ फळे ताजी, न
शिजवता खाण्याजोगी असतात. त्यात कमी अधिक मानाने आमलिकाम्ल आणि
इतर जीवातू असतात. शिवाय त्यात रुचकर साखर आणि लवणेही असतात.
पेरू केळी सर्व ऋतूत मिळतात. इतर फळे वेगवेगळ्या ऋतूत मिळतात. रोजच्या
आहारातील जीवातूंची उणीव भरून काढण्याकरता त्यांचा उपयोग करणे इष्ट
आहे. दुधाचे मान कायम ठेवले, निदान कमी होऊ दिले नाही म्हणजे जीवातूंचा
तुटवडा पडण्याचा संभव फार थोडा असतो. आठवड्यात एकादा दिवस दूध आणि
फळे असाच आहार करण्याचा परिपाठ ठेवणे इष्ट आहे. अशा आहाराने प्रोतीन
ओषट शार्कर यांचा तुटवडा एका दिवसापुरता पडेल, पण तो दुसऱ्या दिवशी भरून
निघेल; पण मुख्य लाभ हा होईल की जीवातू व लवणे यांची तूट असल्यास भरून
निघेल.

आपल्या शरीरात प्रोतीनाचे साठवण होत नाही. ते रोजच्या खपणुकी-
इतके आदा केले पाहिजे. शरीरात शार्कराचे साठवण होऊ शकते पण ते
एकाद्या दिवसापुरतेच. ते यकृतात मांसीर या रूपाने असते. मांसीर तौकीराप्रमाणेच
पाण्यात न विरघळणारे असते. त्याचे ओषटात रूपांतर होऊ शकते. शरीरात
ओषटाचे साठवण मात्र भरपूर होऊ शकते. प्रोतीन व शार्कर तात्कालिक गरजेपेक्षा
अधिक झाले असता त्यापासून ओषट उत्पन्न होऊन साठून राहते. ते प्रथमतः
त्वचेखाली मेद म्हणून साठते. नंतर ते वपेमधे साठते. मेद अन्नातील ओषटाच्या
तुटवड्याच्या वेळी उपयोगी पडते तसे वपेतील ओषट उपयोगी पडत नाही. त्याचा
उपयोग फार सावकाशीने होतो.

शाकाहाराचा विचार संकलित करता असे दिसून येते की **प्रौढ माणसाचा सबंध दिवसाचा आहार पुढीलप्रमाणे** असावा :-

एकदलिक धान्ये	४५६ ग्राम	यात प्रोतीन ३६·५	ओषट ०	शार्कर ३४२
द्विदलिक धान्ये	४८	१०	०	३०
भुईमूग किंवा खोबरे	२४	४	१२	१०
म्हशीचे दूध	४८०	१८	३६	१८
गूळ, साखर	६०	०		६०
तेल	१२	०	१२	०
एकूण	१०८०	६८.५	६०	४६०
यापासून ओष	२६५४	२७४	५४०	१८४०

– भाज्या गणतीत घेतल्या नाहीत कारण त्या अनिश्चित असतात.

मनुष्य शारीरिक श्रम करील त्या मानाने त्याला कमी अधिक अन्न लागेल हे मागील प्रकरणी दर्शविलेच आहे. या कारणाने जो फरक करावयाचा तो ओषट व धान्य यात करावा. वाढ करताना सर्वात केली तरी चालेल पण कमी करताना दुधात कपात करू नये. वाढ मुख्यतः धान्यात करावी; त्या खालोखाल तेल तूप साखर यात करावी. भारतीय **आहाराची जी अधिकृत* पाहणी** झाली आहे तिजवरून पाहता सरासरी ओष २५६० निघतात. या मोजणीमधे सर्व धंद्यातील लोकांचा समावेश आहे. आपण येथे काढलेला अंक इष्टांक आहे, सरासरी (मध्यममानाचा) नाही.

प्रस्तुत **पाहणीमधे** दिसून आलेल्या आहारातील **प्रोतीनाचा अंक १२ पासून १००** पर्यंत असून सरासरीने ७३ ग्राम आहे. १०० हा अंक अवश्यसीमेच्या बराच वर असून १२ हा पुष्कळ खाली आहे. अधिक प्रोतीनापासून अपाय सहसा होत नाही. परंतु कमी प्रोतीनापासून होतो, हे त्या त्या माणसाच्या आरोग्यस्थितीवरून दिसून येते. या पाहणीत असे दिसून आले आहे की, श्रीमंत गरीब सर्वांमधे आहारात डाळदाणा घेण्याची प्रवृत्ती सारखीच आहे. परंतु दुधाच्या बाबतीत मात्र फरक फार आहे. श्रीमंत लोकही भरपूर दूध घेतात असे नाही. मग गरीबांची गोष्टच नको. ज्यांना दिवसाकाठी माणशी ६० ग्राम देखील दूध घेता येत नाही अशी कुटुंबे कित्येक आहेत. भाजीपाला व फळे यांच्या वापराबाबतही बराच फरक आढळतो, पण तो इतका नाही. दूध भाज्या व फळे यातच उत्तम प्रोतीन आणि जीवातू मिळतात. ही गोष्ट ध्यानात घेता ही वस्तुस्थिती दुरवस्था दाखवणारीच

* Nutrition in India p. 145.

आहे. अन्न पोटभरीचे मिळवण्याचा प्रयत्न प्रत्येकजण करतो. बहुधा तो ते मिळवतोही. पण तसे केल्याने कित्येकांच्या आहाराचा तोल बिघडतो, आहार समतोल होत नाही, तिरसट होतो.

प्रस्तुत पाहणीमध्ये प्रतिदिवशी प्रतिजनी **ओषटाहाराचा अंक २३·५** असा आला आहे. यापेक्षा आपण काढलेला अंक बराच मोठा आहे. तोच शास्त्रसिद्ध आहे. यावरून निष्कर्ष असा निघतो की, आपल्याकडील पुष्कळजणास भरपूर ओषट मिळत नाही. तेला-तुपाची आवड लोकांना नाही असे नाही. पण ती भागविण्याची ऐपत नाही हेच खरे आहे. ओषटातसुद्धा तेलापेक्षा तूप श्रेष्ठ आहे पण ते दुर्मिळ झाले आहे. नकली तूप किंवा वनस्पती तेलापेक्षा पचनास अधिक जड आहे. तथापि तेही भरपूर मिळत नाही. त्याची जागा शुद्ध तेलाने घेतली तरी चालेल पण खरे म्हटले म्हणजे **दुधाचीच पैदास वाढविली पाहिजे.** माणशी अर्धा शेर दूध ही मागणी आरोग्यदृष्टया मोठी नाही. ती भागविण्याची तयारी करणे अत्यंत अवश्य आहे. त्याच्या भरीला लागणारे ओषट मग तेल किंवा वनस्पती या रूपांनी मिळाले तरी चालेल. **दुधाची जागा कोंबडीची अंडी या अन्नाने मात्र अंशतः भरून निघण्यासारखी आहे.**

मांसाहार म्हणून जो म्हणतात त्यात अंड्यांचा समावेश होतो. **त्यात शार्कर द्रव्य नसते आणि जीवातूंपैकी आमलिकाम्ल नसते.** दुधाच्या तुलनेने पाहता त्यात ही उणीव आहे. तथापि दुधापेक्षा फळावरच आपण आमलिकाम्लाकरता विसंबून असतो तेव्हा ही उणीव महत्त्वाची नाही. त्यात **दुधाच्या अपेक्षेने लोहलवणे अधिक असतात, हा बालपोषणाच्या दृष्टीने त्याचा सद्‌गुण आहे.** कोंबडीच्या अंड्यात ३० टक्के पुष्क (पिवळा बलक), ५९ टक्के पांढरा बलक आणि ११ टक्के कवच असते. खाद्य भागात १५ टक्के प्रोतीन १०·५ टक्के ओषट आणि १ टक्का लवणसिद्ध राख असते. पांढऱ्या भागात मुख्यतः प्रोतीन व लवणे असतात. पांढऱ्या बलकास जी पिवळी छटा असते ती शर्करीपीतोनाची असते.

अंड्याच्या अंतरंगाचे घटक टक्के

संपूर्ण अंतरंग	प्रोतीन १२·३	ओषट ११·३	शार्कर १·६	ओष १६२
पांढरा बलक	१०·७	०·१	१·४	५१
पिवळा बलक	१५·५	३३·३	२·१	३८१
सुके अंतरंग	४५·८	४२·०	३·२	५७४

पिवळ्या बलकात गुंजोल आणि स्थिरोल जीवातू भरपूर असते.

अंड्याचा जरी मांसाहारात समावेश होत असला तरी त्यात मांस मुळीच नसते. पिल्लू तयार होताना ते उत्पन्न व्हावयाचे असते. शंख, शिंपले, खेकडे, झिंगे, यात तांबडे मांस नसते; पांढरे असते. त्यात मांसीर आणि प्रोतीन असतात.

मत्स्य हे काही लोकांचे नित्य खाद्य आहे. त्याचा वापर वाढता आहे. त्यात शार्करांश नसतो, थोडासा ओषटाचा अंश असतो. तळताना अर्थातच तो वाढला जातो. मुख्यतः त्यात प्रोतीन असते ते २० टक्क्याच्या सुमारात असते. ईलनामक मत्स्यात मात्र १० टक्के ओषट असते.

पशूंच्या सांगाड्याचे मांस टांगून ठेवतात तेव्हा त्यातील मांसीररूप शार्कर द्रव्य नाहीसे होऊन तक्रिकाम्ल व पस्फुरिक लवणे उत्पन्न होतात. मांस जेव्हा शिजवतात तेव्हा या अम्लाच्या साहाय्याने कास्थीनापासून संरस उत्पन्न होतो. काही प्रोतीन आळते आणि काही पाणी शिजवण्याने उडून जाते, म्हणून मांसपिंड आकरसतात. उकळून पाणी काढून टाकतात तेव्हा लवणे, सरस[1] व रस्सा[2] निघून जातात. रस्सा दाट पिंग्या रंगाचा असून त्यासच विशेष वास असतो. त्यास ओषमूल्य फार थोडे असते किंवा नसते म्हटले तरी चालेल. हाडासकट मांस विकले जाते आणि शिजवले जाते तेव्हा त्यातील पाणी उडून गेल्यामुळे आणि रस्सा काढून घेतल्यामुळे त्यातील प्रोतीन व ओषट यांचे मान वाढते. प्रोतीन २२ टक्क्यांच्या सुमारात येते आणि ६ ते २४ टक्क्यापर्यंत ओषटाचा अंक जातो. मत्स्यापेक्षा पशुमांसातून सरस कमी आणि रस्सा अधिक निघतो.

1 Gelatin. 2 Extractives.

हृदय इतर मांसापेक्षा अधिक दाट असते. यकृत आणि वृक्क यात कंकाल-मांसातल्यापेक्षा समन्वयी गात्र कमी असून प्राम्लप्रोतीनांश अधिक असतो. यकृतात ३ टक्के मांसीर असते. जिव्हामांसात प्रोतीन १८ टक्के असते पण मांसीर ३ टक्क्यापर्यंत असते. शिवाय त्यात ओषट २४ टक्के असते. उरोधिष्ट पिंड आणि प्रपाचक पिंड यांस स्वादुपिंड[1] म्हणतात. यातही प्राम्लप्रोतीन पुष्कळ असते तरी ते सुपचनीय असते. मेंदूचा ४० टक्के भाग अपचनीय असतो.

1 Sweet breads.

सांप्रत मनुष्यवस्ती झपाट्याने वाढत असून अन्नोत्पत्ती अपुरी पडत आहे. त्यामुळे आणि एकंदर सृष्टिज्ञानाचीही वाढ झपाट्याने झाली असल्यामुळे समुद्रातून अन्न मिळविण्याची खटपट चालली आहे. मत्स्य हे अन्न समुद्रातून पुष्कळसे आणले जाते. आता समुद्रातील तणापासून अन्न बनविण्याचा प्रयत्न चालू आहे.

प्रस्तुत प्रकरणात दैनिक आहारातील घटकांचे कोष्टक देताना जे अंक दिले आहेत ते **अभिमत**[1] **अंक** आहेत, **अवश्य**[2] **अंक** त्याहून कमी असतात. अवश्य म्हणजे उत्तम स्थितीत कमीत कमी किती पाहिजेत ते. उत्तम स्थिती व्यवहारात कधी नसते. प्रयोग करताना मात्र महा प्रयासाने ती जमवावी लागते. उदाहरणार्थ प्रत्यही अवश्य असलेल्या प्रोतीनाचीच गोष्ट घ्या. दुधातले प्रोतीन तेच काय ते उत्तम म्हणता येईल. पण केवळ तेच घ्यावयाचे म्हटले आणि अवश्य राशी ३० हा समजला तर एक लिटर गाईचे दूध घ्यावे लागेल. प्रयोगाला हे चालेल पण सर्वदा इतके दूध आहारात घेणे व्यवहार्य नाही आणि अवश्य तर नाहीच नाही. दुसरी गोष्ट अशी : असे सर्व प्रोतीन दुधातले घेतल्यानंतर इतर अन्नात म्हणजे ओषट व शार्करात ते मिश्र असता कामा नये. म्हणजे तूप आणि साखर आणि तौकीर हीच अन्ने घ्यावी लागतील मग जीवातू आणि लवणे भरीला घालावी लागतील. अशा तऱ्हेने हा आहार प्रयोगासाठी चालेल पण नित्य व्यवहारात चालणार नाही. व्यवहारात आपल्याला धान्याचाच आहार करावा लागेल. त्यातील प्रोतीन उत्तम नसणार म्हणून ते अनेक धान्यातून घेणे आणि त्याच्या जोडीला दूध घेणे, असेच करावे लागेल. असे करताना नेमका धान्यराशी सांगता येणार नाही. जो सांगावयाचा तो अवश्यापेक्षा अधिकच सांगितला पाहिजे. म्हणजे प्रत्यक्षात अवश्य तेवढे प्रोतीन मिळेल, अधिकाचे पर्यवसान इतर द्रव्यात होईल. आहार ठरवताना पुष्कळ संधाने संभाळावयाची असतात. **अनेक संधाने साधण्याकरता जो वाढवलेला अंक सांगतात त्याला अभिमत अंक म्हणतात.** प्रोतीनाच्या बाबतीत अंक अवश्य अंकापेक्षा बराच मोठा आहे. कारण प्रोतीनाचे काम शार्कर किंवा ओषट करू शकत नाहीत, प्रोतीन मात्र त्यांचे काम करू शकते.

1 Allowance. 2 Requirement.

शार्कर द्रव्यांचा अभाव हाही आहारातला **दोषच** आहे. त्यामुळे उत्पन्न होणारी हलोनस्वरूपाची मलद्रव्ये शरीरास असह्य होतात. आहारातील **दर १००० ओषागणिक ५० ग्राम शार्कर द्रव्य अवश्य** गणले गेले आहे. ओषट द्रव्याच्या बाबतीत अवश्य राशी ११ ग्राम गणला आहे. यात अतृप्त हलिकांचा अंश आहे असे गृहीत आहे. ३००० **च्यावर एकंदर ओष असल्यास ही अवश्यसीमा दीड-पटीपर्यंत वाढवावी लागते.** शार्कर व ओषट अन्न भरपूर असले म्हणजे प्रोतीन अन्नाची बचत होते, मग ते अवश्यापेक्षा विशेष अधिक न घेतले तरी चालेल, अर्थात ते उत्तम प्रतीचे असले पाहिजे. या दृष्टीने शार्कर व ओषट अन्नास **प्रोतीन-परिरक्षक**[1] असे म्हणतात. जीवातू व लवणे स्वाभाविक-अन्नात योग्य तितकी राखली गेली पाहिजेत. 1 Protein-sparing.

आपण आपले अन्न बहुशः जीवांपासूनच मिळवतो. त्या जीवांचे आरोग्य नीट असले तर आपले अन्न चांगले असणार. **दूध देणाऱ्या गाईम्हशी आणि धान्य देणारी पिके निरोगी व सकस असली पाहिजेत** तर आपणाला चांगले अन्न मिळेल. दुधातील जीवातुद्रव्ये व लवणे गाईम्हशींच्या चारादाण्यातून येणार, तेव्हा त्यांच्यासंबंधी दक्षता बाळगली पाहिजे.

आहारातील तत्त्व समजून घेण्याकरता **उंदरावर प्रयोग** करतात असे पूर्वीच सांगितले आहे. यासंबंधी अशी एक शंका येण्याचा संभव आहे की, मानसिक संपदेच्या बाबतीत उंदीर माणसापेक्षा पुष्कळ हिणकस आहे. तेव्हा त्यावरील प्रयोग माणसास कसे लागू करावे ? या शंकेचे समाधान असे आहे की, उंट हत्ती गाय घोडे यापेक्षा उंदीर किती तरी शहाणा आहे. वानरवर्गातले पशू उंदरापेक्षा शहाणे आहेत हे खरे. त्यामुळे शहाणपणाविषयी प्रयोग वानरावर करावे. तथापि प्रस्तुत प्रकरणी अन्नाचा शरीरावर होणारा परिणाम पाहणे असल्यामुळे उंदीर विशेष उन्नत नाही हेच बरे आहे. त्याच्या शरीरातील पचनचयनांची व्यवस्था माणसासारखी आहे एवढे साम्य पुरे आहे. मानवी शरीरावर अन्नाचा परिणाम काय व्हावा याविषयी या प्रयोगावरून चांगली अटकळ येते. माणसावर मानसिक परिणाम होतो यात शंका नाही. त्याचा पृथक् विचार केला पाहिजे. घर्षणरहित यंत्र नसते. तरी प्रयोगकार प्रथमतः होईल तितका कमी घर्षणव्यत्यय असणाऱ्या यंत्रावर प्रयोग करतात. मग घर्षणाची स्वतंत्र गणती करतात. ती जमेस धरतात तसेच हेही आहे. **मानसावर परिणाम होईल तो अवश्य पहावा. पण शरीरावर परिणाम काय होईल याविषयी आढावा घेण्यास उंदरावरील प्रयोगांचा अवश्य उपयोग करावा.**

आहारात अनेक घटक अवश्य असतात ते सर्व योग्य प्रमाणात त्यात असले म्हणजे त्यास तोलदार किंवा समतोल आहार[1] म्हणतात. तोच युक्ताहार होय.

1 Balanced diet.

प्रकरण ५१

रक्त

रसासृङ्मांसमेदोऽस्थि मज्जाशुक्राणि धातवः । असे एक आयुर्वेदसूत्र आहे. या सूत्रात धातु शब्दाचा अर्थ घटक असा आहे. भौतिक शास्त्रात धातु या शब्दास दुसरा अर्थ असल्यामुळे येथे धातु या अर्थी गात्र हा शब्द योजला आहे. या सूत्रात रस म्हणजे अन्नापासून उत्पन्न झालेला **रस** होय. येथे **असृक्** या शब्दाचा अर्थ रक्त असा आहे. या सूत्रात रस हा पहिला आणि असृक् म्हणजे रक्त हा दुसरा धातु सांगितला आहे, वस्तुतः अन्नोद्भव रस हा आतड्यात शोषला गेल्याबरोबर पुष्कळ अंशी रक्तात सामील होतो. तसा सामील होण्यापूर्वी त्याला शरीरघटक म्हणणे योग्य नाही. तो शरीरघटक होण्यायोग्य असतो एवढे खरे. **ओषट अन्नापासून जो रस तयार होतो तो लिफ-वाहिन्यात जातो** आणि काही काळाने रक्तात सामील होतो. या वाहिन्यात असेतोपर्यंत मात्र त्याला स्वतंत्र अस्तित्व असते. अन्नरस रक्तात सामील झाला म्हणजे मात्र अन्न शरीरात घेतल्याचे सार्थक झाले असे म्हणावयास पाहिजे. रक्त हेच गात्र प्रथम अन्नरसाने पुष्ट होते आणि मग ते इतर गात्रांना पोषण देते.

असृक् या शब्दाखेरीज आणखी तीन शब्द त्याच अर्थाचे आहेत. ते **शोणित, लोहित** व **रुधिर** हे होत. शोणित व लोहित यात फरक सहसा केला जात नाही, पण करता येण्याजोगा आहे. शोणित म्हणजे काळसर तांबडे किंवा जांभळे. प्रतिवेतील रक्त काळसर असते ते शोणित आणि प्रवेतले रक्त भडक तांबडे ते लोहित असा भेद दर्शविता येण्याजोगा आहे. तिसरा शब्द रुधिर सामान्यार्थी योजण्यात येतो. रुधिराभिसरण म्हणतात तेव्हा रुधिर हा शब्द प्रवारक्ताला व प्रतिवारक्तालाही लावला जातो. किंबहुना तो न कळत लिफालाही लावला जातो. लिफायन्या रक्तायन्यातच गुंतलेल्या असतात आणि एकाच धोरणाने चालतात. कीटक, खेकडे, प्रवाल, स्पंज, यांना रक्तवाहिन्या नसतात आणि रक्तही नसते. तथापि कीटक व खेकडे यांना लिफायन्या असतात, लिफ असते. पिच्छी व स्तनी प्राण्यांच्या अंगात रक्त असते. रक्ताचा तांबडा रंग एका प्रोतीन द्रव्याचा असतो त्याचा एक घटक लोह असतो. खेकड्याच्या लिफात ताबडे प्रोतीन नसते पण फिके निळसर प्रोतीन असते. त्याचा एक घटक ताम्र हा असतो. स्तनी प्राण्यांच्या

शरीरात ऊर्व वाहण्याचे काम लोहप्रोतीन करते त्याऐवजी खेकडयाच्या शरीरात ताम्रप्रोतीन करते. प्रवाळ व स्पंज यांच्या शरीरात बांधीव वाहिन्या नसतात तरी पोकळया असतात त्यात समुद्राचे पाणीच खेळते. स्तनीप्राण्यांच्या गर्भात रक्तवाहिन्या तयार होण्यापूर्वीची एक अवस्था अशी असते.

दूध प्रवाही असते तसे रक्तही प्रवाही असते. दोहीत पुष्कळसा अंश पाण्याचा असतो. दुधात दधीनाने ओषटाचे पायस बनलेले असते. रक्तातसुद्धा ओपट द्रव्ये पायसरूपाने पाण्यात वावरत असतात. दुधात एक प्रोतीन विरघळलेले असते दुसरे कलिलरूपात असते. रक्तात काही प्रोतीन विरघळलेले असते आणि काही कलिलही असते. दुधात काही लवणे पाण्यात विरघळलेली असतात तशी रक्तातही असतात. दुधात **पेशिका** नसतात पण **रक्तात असतात** हा प्रमुख भेद असतो. म्हणून रक्त हे गात्र म्हणावयाचे आणि दूध हा स्तन या इंद्रियाचा स्राव म्हणावयाचा. रक्तातील पेशिका स्थायू[1] असतात तरी त्या इतर रक्तांशाबरोबर वाहतात. समजा नदीच्या पाण्यात पानपाचोळा पडला तर ओघाबरोबर वाहतो. तशाच रक्तातील पेशिका इतर द्रवभागाबरोबर वाहतात. 1 Solid.

रक्त हे आद्य गात्र आहे अशा अर्थाने की त्यापासून इतर गात्रांना पोषण मिळते. तथापि याहून त्याचे महत्त्व अधिक आहे, कारण इतर गात्रांचे शुद्धीकरण व संरक्षणही रक्तानेच पार पडते. अन्नापासून उत्पन्न झालेली **विपाकद्रव्ये** रक्तात सामील होतात आणि **इतर गात्रांचे मलही** त्यात सामील होतात. विपाकद्रव्ये इतरांना मिळतात आणि मलद्रव्ये मलोत्सर्गाच्या इंद्रियापर्यंत पोचविली जातात. अपायकारक **परकीय द्रव्यांचा निरास** करण्याची कामगिरी रक्तातील पेशिका आणि पिलसप्रोतीनेही करतात.

रक्तात शंभरी ४२ ते ४५ पेशिका असतात. उर्वरित अंश पिलस होय.

रक्ताची घनता १·०५ ते १·०६ असते.

एकंदर शरीरात रक्त किती असते. ? हा एक जिज्ञासेचा प्रश्न आहे. त्याचे उत्तर युक्तीने देता येते ते असे :–

काँगो रेड या नावाचे एक तांबडे द्रव्य आहे ते शरीरास अपाय करीत नाही. ते पिलसात पसरते परंतु बराच वेळ रक्तपेशिकात शिरत नाही आणि इतर गात्रात तर शिरत नाहीच नाही. काँगोरेडचा मोजका राशी प्रतिवेवाटे रक्तात सोडला आणि थोडया वेळाने मोजके रक्त काढून घेऊन त्यातील त्यांची संहती मोजली म्हणजे शरीरातील **एकंदर रक्तराशीचा** हिशोब करता येतो.

रदारु[1] पस्फुरिक लवण वापरून याचप्रकारे हिशोब करता येतो. प्रथम थोडेसे रक्त शिरेवाटे काढून घेतात. त्यात रदारू पस्फुरिक लवण घालतात.

थोड्या वेळाने ते लवण रक्तपेशिकात शिरते. मग ते गिरकावणीवर चढवून चोथा खाली बसू देतात. हा चोथा शिरेवाटे परत शरीरात सोडतात. १०, २० मिनिटांनी शरीरातून मोजके रक्त काढून घेऊन त्यातील लवण मोजतात. त्यावरून एकंदर शरीरातील रक्तराशीचा हिशोब करतात. पेशिकातील रदारुद्रव्य रक्ताबाहेर एवढ्या वेळात जाऊ शकत नाही. 1 Radioactive.

शरीरातील रक्तराशी **भारमानाने शेकडा ५ ते ९** असतो.

रक्तात जर पाणी अधिक घातले तर ते योग्य वाटांनी बाहेर पडते आणि रक्त काढून घेतले तर इतर गात्रातले पाणी काही विद्रुत द्रव्यांसह रक्तात शोषले जाते. अशा रीतीने रक्तराशी कायम राखण्याची प्रवृत्ति असते. रक्तराशी कमी झाल्याने रक्तदाब कमी होतो. त्यापासून विशेष अपाय होतो. तितका अपाय रक्तातील विद्रुत किंवा संधारित[1] द्रव्ये कमी झाल्याने होत नाही. म्हणून रक्तराशी कमी झाला असता, उदाहरणार्थ जखमेतून रक्त वाहून गेले असता, त्याच्याऐवजी लवणविद्रव (संजीवनद्रव) भरणा केल्याने अपाय पुष्कळ कमी होतो. रक्ताचा दाब परत मिळवता येतो. **एकंदर रक्ताचा तृतीय अंश निघून गेल्याने मृत्यू येतो.** 1 Suspended न विरघळता कणाकणाने लोंबत राहिलेली.

विष्यंदिता[1] म्हणजे चिकटपणा. मुख्यत: पेशिकामुळे रक्ताला हा गुण आलेला असतो. दोन सारख्या सारख्या बारीक वेजाच्या नळ्यातून एकाच दाबाने रक्त व पाणी घुसविले असता रक्ताच्या पाच पट पाणी दूरवर जाते, असे आढळल्यास रक्त पाण्याच्या पाचपट चिकट असते, असे म्हणतात. रक्ताचा चिकटपणा साधारणत: ४ ते ५ यांच्या दरम्यान असतो. 1 Viscosity.

रक्ताचे **तर्षदमन**[1] ७·६ वातांबर इतके असते. 1 Osmotic pressure.

रक्तात पाण्याचा भरणा अधिक झाला असता ते त्वचेतील समन्वयी गात्रात शिरते, उलट तुटवडा पडला असता त्यातून रक्तात येते.

श्रम करीत असता मोठाल्या रेणू पासून लहान रेणू उत्पन्न होऊन रक्ताचा तर्षदाब वाढतो. विश्रांतकाळी तो कमी होतो.

आरक्तपेशिकांचे कोश असतात त्यातून पाणी, द्राक्षजा अशी काही द्रव्ये आरपार जाऊ शकतात, पण लवणे जाऊ शकत नाहीत.

०·९ टक्का NaCl विद्रव रक्तपिलसाशी समतर्ष असते. द्राक्षजेचे ५·५ टक्का विद्रव समतर्ष[1] असते. (BK. p. 50) 1 Isotonic.

पाण्यात खेळणाऱ्या व्यक्तींच्या संख्येवर तर्षदाब अवलंबून असतो. रक्तात असलेली कार्बनी द्रव्ये मोठाल्या रेणूंची बनलेली असतात. त्या मानाने अकार्बनी

लवणांचे कण लहान असतात आणि त्यांची ही अनेक दले उत्पन्न होऊन पाण्यात खेळत असतात. काही अकार्बनी द्रव्यांची दले उत्पन्न होतात पण ती बरीच मोठाली असतात. त्यांची संख्या कमी भरते. त्यामुळे उत्पन्न होणारा तर्षदाबही लहानच असतो. रक्तात जी कलिल द्रव्ये असतात ती कार्बनी द्रव्ये असून त्यांचे रेणू मोठे असतात. त्यामुळे तर्षदाब उत्पन्न होतो तो केवळ $\frac{1}{30}$ वातांबराच्या सुमारात असतो.

ज्यांच्यापासून वीजधारी दले उत्पन्न होतात अशी द्रव्ये रक्तात सुमारे ०.७ टक्के असतात. धनदले Na, K, Ca व Mg ही आणि ऋणदले Cl, HCO_3 H_2PO_4 व HPO_4 व SO_4 अशी असतात. यापैकी धनदलांचा राशी यातील ऋणदलांना पुरून उरण्याजोगा असतो. तो तक्रिक, मूत्रिक व प्रोतीन द्रव्ये यांच्या तोलाचा असला पाहिजे असे सहजच अनुमान आहे. या द्रव्यावर ऋणवीज असते असे दिसून येते. या द्रव्यांचे रेणू मोठाले असतात म्हणून त्यांची दलसंख्या लहान असते आणि अर्थातच त्यांनी उत्पन्न होणारा तर्षदाबही लहानच असतो. Na व Cl ही जी सामान्य लवणाची दले त्यांचाच भरणा सर्वाधिक असून त्यातच कमी अधिकपणाही होत असतो, म्हणून तर्षदाब मुख्यत्वेकरून त्याजवरच अवलंबून असतो असे म्हणावे लागते. **रक्त जेव्हा कमी पडते तेव्हा त्याची जागा भरून काढण्याकरता ज्याचा भरणा करतात त्यात NaCl हेच मुख्यतः असावे लागते.** त्याची संहती[1] ०.८ असते. त्यास **संजीवन-विद्रव** हे नाव शोभण्यासारखे आहे.

1 Concentration.

रक्ताचे अल्काम्लत्व हे फार महत्त्वाचे आहे. अल्कत्व OH दलाने आणि अम्लत्व H दलाने येते. OH व H ही जलरेणूची दले असतात. त्यांचा संहतिसंबंध, ३७° तपमान असताना, असतो तो असा :–

$$H \times OH = 3.1 \times 10^{-14}$$

म्हणून केवळ H ची संहतीच दर्शवण्याची वहिवाट आहे. तथापि ती फार लहान असल्यामुळे थेट संहती लिहिण्याऐवजी त्या संहतीचा **ऋण ल ग म** लिहितात. त्याला pH म्हणतात. ३७° तपमान असताना नकारी विद्रवात उज्जसंहती–

$$१.७७ \times १०^{-७} = १०^{-६.७५} \text{ असते.}$$

$$\therefore \quad pH = 6.75$$

1 p = power घातांक. H उज्जदल. संक्षेपतः उज्जदल घातांक.

ल ग म Logarithm.

रक्तपिलसात $pH = 7 \cdot 36$

आणि उज्जसंहती $H = 10^{-7 \cdot 36}$

उज्जसंहती $OH = 10^{-6 \cdot 14}$

म्हणून रक्त किंचित् अल्कधर्मी असते, रक्तास किंचित् अल्कत्व असते, असे म्हणतात. **pH मधे वाढ म्हणजे अल्कत्वाची वाढ आणि अम्लत्वाचा उतार असतो.**

रक्तामधे नेहमी असणारा अल्काम्लत्वाचा तोल बिघडला असता एकंदर शरीराचे स्वास्थ्य बिघडते. हा तोल कसा राखला जातो ते पाहिले पाहिजे.

गात्रागात्रात विक्रिया सतत चालू असतात. त्यात कौद्व CO_2 उत्पन्न होत असतो. तो रक्तात विरघळलेला असतो. त्यापासून कार्बनिक अम्ल तयार होते. अथवा प्रस्तुत विक्रियांनी कार्बनिक अम्लच उत्पन्न होत असते असे म्हटले तरी चालेल. या अम्लाची दले H व HCO_3 अशी असतात. रक्तात उज्जकार्बनिक लवणे असतात, त्यापासूनही HCO_3 दले उत्पन्न होतात. त्यांच्या जोडीला Na, K अशी धातुदले असतातच, हे उघड आहे. मांसकार्य घडत असताना द्राक्षजेपासून तक्रिकाम्ल उत्पन्न होते. त्या अम्लात तक्रिक दल धातुदलांना तोलून राहते, आणि कार्बनिक दल उज्जदलाच्या सांगडीत राहते. कार्बनिक अम्ल उत्पन्न होते ते दुर्बल असते. त्याचे रेणू उसकटून कौद्व मोकळा होऊन पल्मनावाटे हवेत निघून जातो. परिणामी वाढू घातलेले अम्लत्व कमी होते. अशा प्रसंगी कार्बनिक लवणे अम्लनियमन करणारी लवणे ठरतात. म्हणून त्यांना **राखीव–अल्क**[1] म्हणतात. या विक्रिया होण्याला वेळ लागतो; तो पुरेसा मिळाला नाही तर अम्लत्व वाढून राहण्याचा, **अत्यम्लता**[2] उत्पन्न होण्याचा संभव असतो. अम्लत्व वाढणे म्हणजे p H कमी होणे होय. हा उतार ०.३ पेक्षा अधिक झाल्यास जीवितास अपाय होण्याचा संभव असतो. मुद्दाम उच्छ्वास अधिक केल्यास **अत्यल्कता**[3] येण्याचा संभव असतो. परंतु असे सहसा कोणी करीत नाही.

1 Alkali reserve. 2 Acidosis. 3 Alkalosis.

अम्लनियमन होण्याची ही एक रीत झाली. दुसऱ्या एका रीतीने रक्तात अम्लनियमन होते. ती रीत अशी :—



$$H_2 CO_3 + HPO_4'' \longrightarrow HCO_3' + H_2 PO_4'$$

कार्बनिक अम्ल व पस्फुरिक लवणातील ऋणदल यापासून, निराळे पस्फुरिक दल आणि कार्बनिक दल अशी दोन दले निर्माण होतात. धनदल ज्याचे होऊ शकते तो उज्ज H ऋणदलात जिरविला जातो.

गात्रागात्रात कार्बनिक अम्ल एकसारखेच उत्पन्न होत असते. त्यापासून उत्पन्न होणाऱ्या कौद्वाचा निकाल पल्मनावाटे होत असतो. मध्यंतरी त्यामुळे

रक्ताची अम्लता वाढण्याचा संभव असतो तो टाळण्याकरता लवणांचा उपयोग होतो हे आताच सांगितले. याखेरीज याच कामी रक्तातील प्रोतीन द्रव्यांचाही उपयोग होतो. त्यातील प्रमुख द्रव्य **लोहीर**[१] हे आहे. हे द्रव्य अम्लधर्मी असते. यापासून ऊर्वसंयोगाने जे द्रव्य उत्पन्न होते ते त्याहीपेक्षा अधिक अम्लधर्मी असते. कार्बनिक अम्ल या दोहीपेक्षा दुर्बल असते. लोहीर व ऊर्वयुक्त लोहीर यांच्या योगाने कार्बनिक अम्लाचे उच्चाटन होते. त्यापासून कौद्व उत्पन्न होतो आणि उच्छ्वासाने बाहेर निघून जातो. एकूण रक्तामध्ये तीन प्रकारची द्रव्ये अशी आहेत की, त्यांच्या योगाने अम्लत्वाची चलबिचल नाहीशी होऊन तोल संभाळला जातो. अशा द्रव्यांना **संदमद्रव्ये**[२] म्हणतात. **संदम** म्हणजे चांगल्या रीतीने दमन करणारे व दाब सहन करणारे. येथे दाब म्हणजे लाक्षणिक रीत्या विक्रिया-प्रवृत्ती. 1 Haemoglobin. 2 Buffers.

रक्तपिलसातील प्रोतीन द्रव्ये. पिलसात ७ ते ८ टक्के प्रोतीन द्रव्ये असतात. त्यात एकंदरीत साठाच्या वर प्रोतीन जाती असतात. त्यातल्या तिसाच्या वर जाती **पांडुर**[१] असतात आणि तिसाहून अधिक **पिंडूर**[२] असतात. शुद्ध पाण्यात पांडुर विरघळते तसे पिंडूर विरघळत नाही. तथापि धातुलवणाच्या विरळ विद्रवात ती विरघळून राहतात. पांडुर रेणू गोलसर असतात पण पिंडूर रेणू लांबोडे असतात. पांडुरांचा रैणवभार ६८,००० च्या सुमारात असतो, पिंडूरांचा १००,००० च्या वर असतो. पिलसात पिंडूर सुमारे २.५ टक्के असते. ही सर्व प्रोतीन द्रव्ये प्रसंग पडेल त्याप्रमाणे **अल्कधर्मी किंवा अम्लधर्मी** वर्तन करतात. म्हणून ती **संदमद्रव्ये** गणली जातात. ती रक्ताची अल्कता कायम ठेवण्यास उपयोगी असतात. इतर गात्रातील प्रोतीन द्रव्यांची घडामोड चालते त्याहून अधिक त्वरेने या प्रोतीनांची घडामोड चालते. रदारू N अन्नात वापरला असता ही गोष्ट कळून येते. एकादे परकीय अपायकारक द्रव्य शरीरात शिरले तर त्याच्या प्रतिकारार्थ उपयोगी पडणारी विविध द्रव्ये या प्रोतीनातूनच उत्पन्न होतात.

1 Albumin. 2 Globulin

जे द्रव्य शरीरास डाचते त्यास **शल्य**[१] म्हणतात. त्याच्या प्रतिकारार्थ शरीरात जे द्रव्य उत्पन्न होते त्यास **प्रतिशल्य**[२] म्हणतात. बहुधा शल्ये परकीय असून जंतुरूप असतात. तथापि अंतर्गत शरीरविकाराने आतल्याआत देखील शल्य उत्पन्न होते. अशा शल्यास स्वकीयशल्य[३] म्हणतात. सर्पादिप्राणी इतरांना अपाय करण्याकरता जे शल्य परकीय शरीरात घालतात त्याला **विषार**[४] म्हणतात. त्याचा प्रतिकार करणाऱ्या प्रतिशल्यास साहजिकच **प्रति-विषार**[५] असे नाव मिळते. स्वक

शल्ये आणि विषारद्रव्ये प्रोतीन असतात. एरवी शल्यस्वभावी नसलेली काही प्रोतीन द्रव्ये काहीं शार्कर व ओषटांशी संयोग पावून शल्यस्वभावी होतात. अशा शार्कर व ओषट द्रव्यास **बंधीद्रव्ये**[6] म्हणतात. शल्याचा प्रवेश शरीरामध्ये प्राशनीमार्गे होत नाही, अन्य मार्गे होतो. त्वचेत लहान मोठा भंग होऊन शल्य आत शिरते. एरवी निमूटपणे त्वचेवर राहणारे जंतू व्रणात शिरतात तेव्हा ते शल्य होतात. विषारी प्राणी जेव्हा कोणाला दंश करतो तेव्हा तो मुद्दाम त्वचेत भोक पाडतो, आणि शल्य आत सोडतो. शल्य शरीरात गेल्यावर ते सर्वास सारखे बाधते असे नाही. काहींना बाधते काहीना बाधत नाहीं. ज्यांना बाधत नाही त्यांच्या अंगी **अबाधता**[7] असते असे म्हणतात. प्लेगाची एक जात अशी आहे की तिची बाधा गाईम्हशीस होते पण माणसास होत नाहीं. ही अबाधता जातिविशिष्ट आहे. माणसांना होणारा प्लेग सर्वांना होतो असे नाही. काही जणाना तो होत नाही. अशा लोकांच्या अंगी व्यक्तिविशिष्ट अबाधता असते असे म्हणावे लागते. शल्ययोगाने जे प्रतिशल्य उत्पन्न होतो त्याने ही अबाधता आलेली असते.

1 Antigen. 2 Antibody. 3 Autoantigen.
4 Toxin. 5 Antitoxin. 6 Hapten. 7 Immunity.

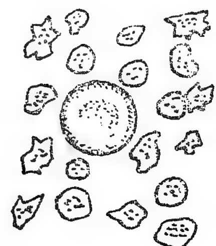
प्रतिशल्य हे पिंडूर जातीचे प्रोतीन असते. पिंडूराचेही रेणुभारपरत्वे तीन प्रकार आहेत. सर्वांत भारी असते त्याला ग पिंडूर म्हणतात. त्याचा रेणुभार १५६,००० असतो. मध्यम भारी असते त्याला ब पिंडूर म्हणतात. त्याचा रेणुभार ९०,००० च्या सुमारात असतो आणि सर्वांत हलके असते त्याचा रेणुभार त्यापेक्षा बराच कमी असतो. **अ, ब, ग,**[1] हा ग्रीक अक्षरक्रम आहे. तो या नावात गोवलेला असतो. प्रतिविषार हे एकाप्रकारचे प्रतिशल्य होय. याशिवाय शल्यरेणूंना किंवा शल्यजंतूंना एकमेकाशी चिकटून आळण्यास लावणारे प्रतिशल्य असते त्यास आतंचक म्हणतात; शल्याचे यापेक्षा मोठाले कण बनवून त्यांना द्रवातून बाजूला काढणारे प्रतिशल्य असते. त्याला **निष्पातक**[2] म्हणतात; आणि शल्याचा नाश करून त्याचे रेणू विसकटून टाकणारे प्रतिशल्य असते त्याला **विनाशक**[3] म्हणतात. प्रतिशल्याची निर्मिती आणि त्याचे वर्तन याविषयी उलगडा नीटसा अजून झालेला नाही. शोध चालू आहे. शल्य व प्रतिशल्य द्रव्ये कलिलस्वरूपाची असतात. कलिल रेणूच्या पृष्ठरचनेत आणि अंतर्गत अणुरचनेत देखील एकमेकांना अनुसरून काहीं बदल होत असावेत असा तर्क आहे.

1 $\alpha\ \beta\ \gamma$. 2 Precipitin. 3 Lysin.

त्वचा फाटते आणि रक्तवाहिन्या तुटतात तेव्हा रक्त बाहेर पडते आणि थोड्याच वेळात त्याचे रूप बदलते. त्यात तंतू उत्पन्न होतात आणि त्या तंतूंच्या गुंताड्यात रक्तपेशिका अडकून एक चोथा तयार होतो त्यास **किलाट** म्हणतात. भांड्यात रक्त घेतले तर चोथा खाली बसून पातळ पिवळस रंगाचे द्रव भांड्यात राहते त्या द्रवास **रंस**[1] असे नाव दिले आहे. एका घटकद्रव्याखेरीज इतर सर्व घटकद्रव्ये पिलसातलीच रंसात असतात. जे नसते त्याचेच तंतू बनून चोथ्यात बसलेले असतात. या तंतुद्रव्याला **तंत्विन**[2] आणि ते ज्यापासून बनते त्या पिलसद्रव्याला **तंत्विनंकर**[3] अशी नावे दिली आहेत. हे द्रव्य पिंडूर असून त्याचा रेणुभार ४००,००० असतो. रक्तात त्याचा अंश केवळ ०·३ टक्का असतो. एकाद्या पेल्यात रक्त धरले आणि लगेच त्यात एकादी काचेची कांडी खळबळली तर तिजवर तंतू जमा होतात आणि त्यात पेशिका अडकून चोथा तयार होतो. रक्तात तयार होणाऱ्या अशा चोथ्याला किलाट म्हणतात. तुटलेल्या वाहिन्या अगदी बारीक असल्या म्हणजे रक्त वाहण्याचा वेग लहान असतो. किलाट त्या वाहिन्यातच तयार होऊन त्या बुजतात आणि रक्तमोक्ष थांबतो. तुटलेल्या वाहिन्या मोठ्या असल्या म्हणजे वाहण्याचा वेग मोठा असतो, त्यात किलाट बनण्यास वेळ पुरेसा मिळत नाही. तरी बाहेर पडलेले रक्त लवकरच आळते. किलाट बनणे हा रक्तमोक्ष थांबवण्याचा नैसर्गिक उपाय आहे. 1 Serum. 2 Fibrin. 3 Fibrinogen.

रक्त वाहिन्यात असताना आळत नाही पण त्या बाहेर सांडल्यावर आळते. ते का? या गोष्टीचा तपास करता बऱ्याच गोष्टी कळून येतात त्या अशा : रक्तप्रवाह थांबण्यास उपयोगी पडणारे एक द्रव्य रक्ताच्या द्रवभागात असते. ते पिंडूरच असते. त्यास **पूर्वस्तंभिन**[1] असे नाव दिले आहे.

स्तंभिनाच्या योगाने तत्त्विनंकरापासून तन्विन उत्पन्न होते. त्याचे तंतू बनतात. त्यात पेशिका गुंततात. तशाने चोथा होतो तोच **किलाट**[2] होय. या सगळ्या प्रक्रियेत एक कसर राहिली आहे ती अशी की सामान्यतः निरोगी माणसाच्या रक्तपिलसात आणखी एक **विष्टंभक**[3] पिंडूर असते. किलाट तयार होण्यास त्याचे साहाय्य होते. ते ज्या लोकांच्या रक्तात नसते त्यांचे, रक्त काहीही निमित्ताने



आ० ५१·१ रक्तकणुका, बिंबुके

मोकळे झाले असता त्याचा प्रवाह थांबू शकत नाही. अशा लोकांना **रक्तमुक्**[४] म्हणतात.

1 Prothrombin. 2 Clot. Coagulnm. 3 विशेष थांबवणारे द्रव्य. 4 Haemophiliac.

स्तंभिन प्रबोधकात प्रोतीन व ओषट द्रव्ये संयुक्त असतात.

रक्तातील पेशिका आणि बिंबुका (भाग १ पृ. ६७९ पहा) यात एक द्रव्य असते त्याच्या योगाने पूर्वस्तंभिनापासून **स्तंभिन**[१] तयार होते म्हणून त्यास **स्तंभिनप्रबोधक**[२] द्रव्य म्हणतात. ते पेशिका व बिंबुका यांच्या अंतरंगात असल्यामुळे त्या फुटल्याखेरीज प्रबोधन होत नाही.

1 Thrombin. 2 Thombokinase.

रक्ताचा किलाट होण्याला एक **लवणांश अवश्य** असतो तो **खटधातुलवणाचा;** खरे म्हटले तर खट या धनवीजधारक रेणुदलाचा. सामुद्र जंबीरिक लवणाचे विद्रव रक्तात घातले असता खटलवण विरघळयात रहात नाही, बाहेर पडते. त्यामुळे रक्तस्तंभन टळते, रक्त आळत नाही. स्तंभिन हे वितंचक[१] आहे त्याच्या योगाने रक्त आळते पण ही विक्रिया होऊ न देणारे एक **प्रतिवितंचक**[२] यकृत व पलमन् या अवयवात असून शिवाय रक्तवाहिन्यांच्या तटांच्या आतल्या अंगाला लागून असते. त्यामुळेही रक्त आळणे शरीरात टळते आणि शरीराबाहेर टाळता येते. जळवेच्या शिरोभागात असे प्रतिवितंचक असते.

1 Enzyme. 2 Antienzime. प्रस्तुत प्रसंगी Heparin यकृतीन आणि Hirudin जलौकिन.

आरक्त पेशिका[१]. रक्ताला तांबडा रंग ज्या पेशिकामुळे येतो त्यांना आरक्तपेशिका म्हणतात. आरक्त म्हणजे तांबूस. एकेकटी पेशिका फिकट तांबडी असते. त्यांचा मोठा समुदाय भडक तांबडा दिसतो. आरक्तपेशिका चपटी वाटोळी दोही अंगी खोलगट अशी असते. तिची रुंदी ८ ते ८.५ microns व जाडी २ ते २.५ microns असते. (micron = 10^{-3} m m. मीटराचा प्रयुतांश म्हणजे दशलक्षांश) या पेशिका लवचीक असतात. त्या दुमडून परिवाहिन्यातील बारीकशा सापटीतून बाहेर पडू शकतात. त्यातील स्थायु द्रव्य ३७ टक्के असते. या पेशिकेचे कोंदण असते ते ओषट प्रोतीनाचे बनलेले असते. कोंदणाच्या आत लवणादि द्रव्ये आणि लोहीर[२] यांचे विद्रव असते. लोहीराचे सबंध नाव **लोहहीम–पिंडीर** असे आहे. लोहहीम म्हणजे लोहयुक्त हीम. यातला पिंडीर[३] भागच ९६ टक्के असतो. लोहीररेणूत एक लोहाणु असून त्याची धारणा[४] दोन असते. लोहीराचा रैणवभार ६८००० असतो. लोहीर हे पिंजक[५] आहे. त्याने रक्ताला तांबडा रंग येतो. विरळ

हराम्लाच्या योगाने हीम व पिंडीर वेगळे होतात. पाण्यात विरघळलेल्या ऊर्वाच्या योगाने हीमापासून पिंग्या गाचे संयुग बनते. हा रंग मोजून रक्तातील लोहीराची टक्केवारी सांगण्याची वहिवाट आहे. नेमके २० mm^3 रक्त घेऊन त्यात एका विशिष्ट संहतीचे हराम्ल HCl विद्रव विशिष्ट मानाने घालतात. हीम विभक्त होऊन ते ऊर्वसंयुक्त होते. नेमक्या रंगाचे विद्रव वेगळे करून ठेवलेले असते. त्याच्या रंगाच्या विद्रवाची टक्केवारीही मोजलेली असते. आता रक्तापासून केलेल्या विद्रवाला तोच रंग आणण्यास शुद्ध पाणी त्यात घालावे लागते ते किती ते मोजतात. टक्केवारी जितकी अधिक तितके अधिक पाणी लागते, हे उघड आहे.

1 Erythrocyte. 2 Haemoglobin. 3 Globin. 4 Valency. 5 Pigment.

मत्स्य, कत्स्य, सर्पट, पिच्छी व स्तनी अशा सर्व प्राण्यांच्या रक्तात लोहीर असते. पण रसायन–घटनेने ते थोडथोडे भिन्न असते. त्यातील पिंडीर भाग वेगवेगळा असतो. जातीगणीक लोहीर वेगवेगळे असते. लोहीराचे रवे असतात. त्यांची आकृती वेगवेगळी असते. त्यांच्या वर्णावलीतही भेद असतो. लोहीराचा शरीरात विशेष उपयोगी पडणारा धर्म म्हणजे त्याची ऊर्व O_2 वायूशी संयोग पावण्याची प्रवृत्ती होय. **हा ऊर्वसंयोग निवर्तनीय**[1] म्हणजे परत फिरणारा असतो. ऊर्वभरणा अधिक असला तर अधिकांशी संयोग होतो आणि तो कमी पडल्यास संयुक्त ऊर्व वियुक्त होतो. ही प्रवृत्ती फार उपयोगी ठरते. पल्मनात ऊर्वभरणा विपुल असतो तेथे तो बहुतांशी लोहीरसंयुक्त होतो आणि गात्रसंपर्कात भरणा कमी असतो तेथे तो लोहीरवियुक्त होऊन गात्रास मिळतो. गात्रागात्रात ऊर्व पोचवण्यास ही मोठीच सोय आहे. 1 Reversible.

लोहीर आणि ऊर्वयुक्त लोहीर दोनही अम्लधर्मी आहेत पण त्यातल्या त्यात ऊर्वयुक्त लोहीर अधिक अम्लधर्मी आहे. म्हणून ऊर्वसंयुक्त झाल्यावर लोहीर विद्रवामधून कार्बनिक अम्लास हुसकटून देते. परिणामी कौद्ब CO_2 वायू उच्छ्वासावाटे बाहेर पडतो. ऊर्वग्रहण आणि कौद्बमोचन दोनही क्रिया पल्मनात घडून येतात.

कोळशाच्या जळण्याने उत्पन्न होणारा CO कौ हा एक वायू आहे. हा कौद्बापेक्षा बराच हलका पण तसाच अदृश्य असतो. ऊर्वापेक्षाही हा थोडासा हलका असतो. हासुद्धा लोहीराशी संयोग वियोग पावतो. पण ऊर्वयुक्त लोहीराच्या पेक्षा **कौयुक्त लोहीर वियोग पावण्याचा वेग ३०० पट मंद असतो.** हवेत बहुधा २०·८ टक्के ऊर्व O_2 असतो. अशा हवेतच ०·०७ टक्का कोळसावायु असला तर अर्धे लोहीर

ऊर्वाशी आणि अर्धे कौशी संयुक्त होते. कोळसावायूचे प्रमाण यापेक्षा अधिक असले तर बहुतेक सर्व लोहीर कौशी संयुक्त होते आणि ऊर्वसंयोगास सवडच रहात नाही. ऊर्वाच्या तुटवडयाने शरीरास झपाटयाने अपाय होतो.

रक्त आळू नये म्हणून त्यात **सामुद्रजंबीरिक** लवणाचा विरघळा घालून ते संथ राहू दिले असता त्यात तंतू उत्पन्न होत नाहीत, पण हळू हळू त्यातील पेशिका एकीला एक धरून खाली बसतात. नेमक्या उभ्या बारीक काचनळयात रक्त ठेवून त्यात असा पेशिकांचा साद किती बसतो ते पाहता तो ताशी ४ ते १० mm असतो असे आढळते. यास **सादनत्वरा**[1] म्हणतात. 1 Sedimentation rate.

रक्ताच्या १ mm^3 मधे **आरक्तपेशिका** पुरुषांच्या ५,०००,००० व बायकांच्या ४,५००,००० असतात. स्नायुकृत परिश्रम करीत असताना ही संख्या वाढते. या वाढीचा उपयोग ऊर्ववाहनाला होतो. जो जो उंच उंच जावे तो तो हवा विरळ होत जाते. शरीरास पुरेसा ऊर्व मिळेनासा होतो. अशा वेळीही या पेशिकांची संख्या वाढते. एरव्ही यकृत, प्लीहा, व त्वचा यात त्यांचा साठा असतो त्यातून अशा प्रसंगी आरक्त पेशिकांचा बाहेर पुरवठा केला जातो. हा भरपूर आहे असे नव्हे. **विरळ हवेत बराच वेळ राहण्याचा प्रसंग आल्यास या पेशिकांची उत्पत्तीही अधिक होते.** अस्थींच्या आत मज्जागात्र असते. त्यात आरक्त पेशिका उत्पन्न होतात. या उत्पत्तीची त्वरा अशा प्रसंगी वाढते. कालांतराने जीर्ण आरक्तपेशिकांचे विघटनही होत असते ते यकृत व प्लीहा यात. रदारु N चा अन्नात उपयोग करून त्याचा माग काढीत गेल्याने कळून येते की, साधारणतः **१३० दिवसांनी आरक्तपेशिकांचे प्लीहेमधे विघटन होते.** तोपर्यंत त्या कार्यक्षम असतात. यकृतात त्यापासून निराळी पिंजक द्रव्ये उत्पन्न होऊन मूत्रद्वाराकडे जातात.

आरक्तपेशिकांचे जे कोंदण असते त्याच्या आत लोहीर धातुलवणे आणि काही वीज धारण न करणारी द्रव्ये असतात. धातुलवणाचे धातु व अधातु भाग धन व ऋण वीज धारण करतात. लोहीरही ऋण वीज धारण करते. त्यामुळे इतर ऋणदलांची संहती आरक्तपेशिकांच्या बाहेर असते त्यापेक्षा आत पुष्कळ कमी, जवळजवळ अर्धी असते. **आरक्तपेशिका पाण्यात सोडल्या तर त्या फुटून लोहीर बाहेर येऊन पाण्यात विरघळते** आणि पाणी, खरोखरी विद्रव, स्वच्छ, अर्थात् तांबडे दिसते, गढूळ दिसत नाही. शुद्ध पाण्याऐवजी ०·८ टक्का NaCl विद्रवात पेशिका सोडल्या तर त्या जशाच्या तशा राहतात. द्रव गढूळ राहते. द्रव पाण्याने अधिक पातळ करीत जाता संहती ०·४८ ते ०·४२ झाली म्हणजे

काही आरक्तपेशिका फुटतात. संहती ०·३२ ते ०·३० होताच सर्व आरक्त-पेशिका फुटून जातात. 1 Laked अनाविल. आविल = गढूळ.

आरक्तपेशिकांचे कोंदण ओषट प्रोतीन असते त्यास विरघळविणे किंवा त्याशी विक्रिया पावणे हा ज्याचा धर्म आहे असे द्रव्य, घोणस फुरसे हिरवा मंडळी या सर्पांच्या विषात असते. त्यामुळे आरक्त पेशिका फुटतात. फुटताना रासायनिक विघटनही होते. त्याने निष्पन्न होणारी द्रव्ये अपायकारक असतात. प्रसंगविशेषी **एका माणसाचे रक्त दुसऱ्याला द्यावे** असे वाटते. **अशा वेळी आरक्त पेशिका फुटणार नाहीत अशी दक्षता घ्यावी लागते. कारण काही जणांच्या रक्ताच्या पिलसातील एकादे प्रोतीन द्रव्य असे असते की त्याच्या योगाने परकीय आरक्तपेशिका फुटून जातात.** तथापि सर्वच परकीयांच्या फुटतात असे नाही, काहींच्या फुटतात काहींच्या फुटत नाहीत. या संबंधात पुष्कळ तपासणी झाली असून असे अनुभवास आले आहे की, मानवी रक्तातील आरक्तपेशिकात दोन प्रकारची आतंचक[1] द्रव्ये A व B असू शकतात आणि पिलसात दोन प्रकारची आतंचिन[2] द्रव्ये α व β असू शकतात; A व α यांची किंवा B व β यांची गाठ पडली तर आणि तरच आरक्तपेशिका फुटतात. ज्याचे रक्त द्यावयाचे तो रक्तदाता आणि जो रक्त घेतो तो आदाता होय. जे रक्त घेतले जाते त्याचे परिमाण रक्त घेणाऱ्याच्या स्वतःच्या एकंदर रक्त परिमाणापेक्षा पुष्कळच कमी असते किंवा असावयास पाहिजे म्हणा. यामुळे दात्याच्या रक्तपिलसात जरी आतंचिन असले तरी ते आदातृरक्ताने पुष्कळ विरळ होऊन निष्क्रिय बनते. तथापि **दात्याच्या रक्तातील आरक्त पेशिकात जर आतंचक द्रव्य असले आणि त्याच्या योग्यतेचे आतंचिनद्रव्य आदात्याच्या रक्तपिलसात असले तर दात्याच्या आरक्तपेशिका फुटतात आणि त्यापासून अपाय होतो.**

1 Agglutinogen. 2 Agglutinin.

आतंचन[1] म्हणजे आळणे. आरक्तपेशिका फुटण्यापूर्वी ती आळतात म्हणजे अनेक एकत्र येऊन एकामेकास चिकटतात. दुधाचे ताक होणे हे आतंचनच होय. आळणे या क्रियेवरून आतंचक व आतंचिन ही नावे दिलेली आहेत. एकंदर मानवांचे या बाबतीत चार वर्ग करतात. पहिला पूज्य वर्ग. यात आतंचक द्रव्य नसते, परंतु दोनही α व β आतंचिने असतात. दुसरा वर्ग A यात A आतंचक असते आणि β आतंचिन असते. तिसरा वर्ग B. त्यात B आतंचक असते आणि α आतंचिन असते. चवथा वर्ग A B. यात दोनही A व B आतंचके असतात

पण आतंचिने दोनही नसतात. परिणामी कोष्टकात दिल्याप्रमाणे आतंचन[1] घडते किंवा घडत नाही. 1 Agglutination.

आतंचन व पेशिका विनाश

वर्ग	त्यातील आतंचिन	वर्ग O	वर्ग A	वर्ग B	वर्ग A B
O	$\alpha\beta$	नाही	होय	होय	होय
A	β	नाही	नाही	होय	होय
B	α	नाही	होय	नाही	होय
A B	O	नाही	नाही	नाही	नाही.

आतंचिनद्रव्ये पिंडूरापैकी ग वर्गातलीं असतात.

कोष्टकावरून असे दिसून येते कीं पहिल्या O वर्गातील माणसाला केवळ त्याच्या वर्गातील माणसाचे रक्त दानयोग्य आहे, इतराचे रक्त त्याला अपाय करते. तथापि त्याचे रक्त कोणालाही दिले तरी चालते, कारण त्यात आतंचकच नसते. आतंचिने दोनही असली तरी ती घेणाऱ्याच्या रक्ताने विरळ होऊन निरुपद्रवी ठरतील. A वर्गातल्या लोकांना पहिल्या किंवा A वर्गातल्या माणसाचे रक्त देणे योग्य आहे, इतरांचे नाही. A B वर्गातल्या लोकांना पहिल्या किंवा B वर्गातल्या माणसाचे रक्त देणे योग्य आहे, इतरांचे नाही. A B वर्गातल्या लोकांना कोणाचे रक्त दिले तरी हरकत नाही, कारण त्यांच्यात आतंचिन α नसते आणि β नसते. या वर्गातील माणूस **सर्वतः आदाता**[1] (घेता) आणि पहिल्या वर्गातील माणूस **सर्वार्थ दाता**[2] असतो.

1 Universal receiver. 2 Universal donor.

रक्तासंबंधी ही वर्गवारी ज्याच्या त्याच्या जन्मभर एकच राहते, बदलत नाही. रक्तहानी बरीच झाली असताना ती भरून काढण्याकरता **सबंध रक्ता-ऐवजी पिलस** देणे पुरेसे असते. पिलसातील प्रोतीन द्रव्यांच्या तर्षगुणामुळे रक्त-वाहिन्यात ते बराच काळपर्यंत टिकून राहते. नुसते लवणविद्रवही उपयोगी पडते पण ते तितका काळपर्यंत टिकून रहात नाही, बाहेर पडते.

१९४० च्या सुमारास आणखी एका आतंचकाचा शोध लागला आहे. त्या आतंचकास Rh **ऋक्षांश** म्हणतात. ऱ्हेसस् हे एका मर्कटगोत्राचे नाव आहे ही मर्कटे उत्तर भारतात आहेत. त्यांच्या रक्तात आढळणारा अंश अशा अर्थाचे हे नाव आहे. या संबंधात माणसांची तपासणी गोऱ्या लोकात झालेली आहे. त्यांच्यात हा अंश शेकडा ८६ जणात आढळतो. इतरात आढळत नाही. म्हणून ज्यात आढळतो त्यांना Rh धन आणि ज्यात आढळत नाही त्यांना Rh ऋण

म्हणतात. आपल्याकडे यासंबंधी शोध थोडासाच झालेला आहे. जो झाला आहे त्यावरून पाहता आपणात Rh धन माणसे ९० टक्क्यापेक्षाही अधिक आहेत.

Rh धन माणसाचे रक्त Rh ऋण माणसास दिले तर ते घेणाऱ्याच्या रक्तात त्याला विरोध करणारा अंश उत्पन्न होतो. आता **आणखी सुमारे १२ दिवसानंतर त्याच Rh धन माणसाचे रक्त पुनः दिले तर त्या दिलेल्या रक्तातील आरक्त पेशिका फुटतात आणि घेणाराला अपाय** होतो. Rh ऋण असणाऱ्या स्त्रीचा पती Rh धन असला तर स्त्रीला जो गर्भ लाभतो तो Rh धन असण्याचा संभव असतो. अशा प्रसंगी स्त्रीच्या शरीरातील रक्तात Rh विरोधी द्रव्य उत्पन्न होते. त्यामुळे गर्भास अपाय होतो. प्रसूतीच्यासमयी Rh ऋण स्त्रीस Rh धन माणसाचे रक्त दिले असता त्या स्त्रीला मृत्यू येण्याचाही संभव असतो.

बिंबुका किंवा स्तंभुका.[1] या नावाचे पदार्थ रक्तात असतात ते वाटोळसर असून आरक्त पेशिकांपेक्षा लहान असतात. त्यात बिनरंगी दाणेदार प्राकल असते, प्रकल नसते. रक्त आळण्याच्या प्रतिबंधाची तजवीज करून वाहिनीबाहेर काढून त्याचे निरीक्षण करावे लागते. तसे न केल्यास ती ताबडतोब फुटतात आणि त्यातून स्तंभिनप्रबोधक द्रव्य बाहेर पडते, आणि रक्तस्तंभन सुरू होते. या गुणामुळेच त्यांना स्तंभुका असे म्हटले आहे. त्यांची संख्या mm^3 मध्ये २००,००० पासून ३००,००० पर्यन्त असते. त्यांना बिंबुका[2] असेही म्हणतात. अस्थिमज्जेमधे सर्वात मोठ्या पेशिका असतात त्यांना बृहत्पेशिका[3] असे नाव आहे. त्यापासून स्तंभुका उत्पन्न होतात.

1 Thrombocytes. 2 Platelets.
3 Megakaryocyte or giant cell.

श्वेतपेशिका. रक्तात रंगीत पेशिका असतात तशा बिनरंगीतही असतात. त्यांनाच श्वेतपेशिका म्हणतात. आकाराने त्या आरक्तपेशिकांपेक्षा थोड्याबहुत मोठ्या असतात. त्यांची आकृती बदलती असते. पाहता पाहता हळूहळू ती बदलते; आणि एकंदर पेशिकेचे स्थानही बदलते. पेशिका स्वतः होऊन स्थलांतर करते. एकादा अंभस्पद-प्राणी[1] ज्या पद्धतीने आपले भक्ष्य पकडतो आणि स्थलांतर करतो त्याच पद्धतीने या पेशिका स्थलांतर करतात आणि इतरांचे ढासळलेले कण किंवा परकीय कण गुरफटून घेऊन पचवून टाकतात. परकीय द्रव्याला शरीरात प्रवेश मिळाला असता त्याचा निरास अशा रीतीने होऊ शकतो. परकीय द्रव्य अतिरिक्त असेल तर असा पुरता निरास होऊ शकत नाही, उलट या पेशिकांचाच विनाश होऊन पू उत्पन्न होतो. **परकीय द्रव्यांचा निरास** करणे या क्रियेस पराक्रमण म्हणतात आणि ती **करणाऱ्या पेशिकास पराक्रमुक**[2] म्हणतात.

1 Amoeba. 2 Phagocyte.

रक्तात आरक्तपेशिकांपेक्षा **श्वेतपेशिका** पुष्कळ कमी असतात. एका mm^3 मधे त्या ७००० ते १२००० असतात. श्वेतपेशिकाही सगळ्या सारख्या नसतात. काहींच्या प्राकलाचे कण बनलेले असतात त्या कणुल[१] होत. काहीच्या प्राकलाचे कण नसतात त्या अकणुल[२] होत. कणुलात तीन प्रकार असतात, अम्लाद[३] धायाद[४] (अल्काद) आणि निराद.[५] ज्यांचे प्राकल अम्लबद्ध होते त्या अम्लाद, ज्याचे धायबद्ध होते त्या धायाद (अल्काद), आणि ज्यांचे प्राकल उभयनिरपेक्ष असते त्या निराद होत. कणुलपेशिकात प्रकल असते त्याचे दोन किंवा तीन खंड असतात ते एकमेकास एका बारीक तंतूने बांधलेले असतात. म्हणून त्यांना अनेकप्रकल[६] म्हणतात. श्वेतपेशिकांपैकी ६० ते ७० टक्के पेशिका अशा असतात. त्यात धायाद (अल्काद) १ टक्का आणि अम्लाद १ ते ३ टक्के असतात आणि बाकीच्या निराद असतात. अकणुल पेशिका ३० ते ४० टक्के असतात. त्यातही तीन प्रकार असतात. काही लहान असतात, काही महान[८] असतात तर आणखी काही महत्तर[९] असतात. लहानाचे प्रकल जवळ जवळ सबंध पेशिका भरून असते तर महान व महत्तर यांचे त्यापेक्षा कमी असते. प्रकलाबाहेर प्राकलांश बराच असतो. महत्तर ५ ते १० टक्के असतात. अकणुल पेशिकांना लिपके म्हणतात.

1 Granulocyte. 2 Lymphocyte. 3 Acidophil. 4 Basiphil. 5 Neutrophil. 6 Polymorphonuclear. 7 Small lymphocyte. 8 Large...... 9 Monocyte.

रक्तवाहिन्यांना जोडून लिफवाहिन्यांचा व्यूह असतो. त्यात लिफग्रंथी असतात. त्यात लिफकांची उत्पत्ती होते. कणुलांची उत्पत्ती अस्थिमज्जेत होते. भोजनोत्तर थोडा वेळ आणि श्रम करीत असताना या पेशिकांचे रक्तातील प्रमाण थोडे बहुत वाढते. उपद्रवी जीव किंवा अन्य पदार्थ शरीरात आले असता कणुलांचे प्रमाण वाढते. कोणत्याही प्रकारचे शल्य किंवा शरीरातच गात्रागात्रात उत्पन्न झालेले मलरूप कण यांचा निकाल करणे हे श्वेतपेशिकांचे काम असते. म्हणूनच त्यांना **पराक्रमुक** असे नाव दिलेले आहे. अन्नातील ओषट अंत्रातून रक्तात नेण्यास लिपकांचा उपयोग असतो.

अटंतिकाव्यूह. प्लीहा, अस्थिमज्जा, मस्तुवर्म, इ. अवयवात काही फटीसापटी असतात. गर्भावस्थेतील मध्यस्तरातून त्या उत्पन्न झालेल्या असतात. त्याच थरातून रक्तवाहिन्यांचे आस्तर उत्पन्न झालेले असते. त्यास अंतरापिस्तर म्हणतात. समन्वयी गात्राचा एक जाळीदार प्रकार आहे. ते जालगात्र होय. त्यात तंतुजाल असते. त्यात थोड्याशा पेशिका असतात. असे गात्र प्लीहेत असते आणि अस्थि-

मज्जेतही असते. एरवी स्थिर असणाऱ्या यातील पेशिकांपैकी काही प्रसंगविशेषी चल होतात, आणि इतर अंगास सोडून सुट्या होऊन जेथे काही परकीय द्रव्य आले असेल तेथे जाऊन त्याचा ग्रास करू पाहतात. या बऱ्याच मोठ्या असतात म्हणून यांना **महापराक्रमुक म्हणावे**. भटक्या स्वभावावरून यांनाच **अटंतिका** असेही म्हणतात. एकंदर गात्ररचनेवरून आणि त्यातील पेशिकांच्या वर्तनावरून एकंदर व्यूहास **जालकांतरापिस्तरव्यूह** आणि **महापराक्रमुक व्यूह** अशी नावे प्राप्त झाली आहेत.

Reticuloendothelial (Macrophage) system.

आरक्तपेशिकांचे आयुष्य चार महिन्याहून थोडे अधिक असते. स्तंभुकांच्या आयुष्यासंबंधी विशेष माहिती नाही. **श्वेतपेशिकांचे आयुष्य** आरक्तांच्या तुलनेने अगदी अल्प, काही थोड्या दिवसांचे असते, इतकेच नव्हे तर काही लिपकांचे आयुष्य एका दिवसापेक्षाही कमी असते. साधारणपणे अकणुलापेक्षा कणुल पेशिकांचे आयुष्य अधिक असते. ते १५ दिवसांचे असू शकते.

कोणत्याही गात्राचे मुख्य कार्य करणाऱ्या पेशिका असतात. त्यांना रक्तातील द्रव्याचा पुरवठा व्हावयास पाहिजे असतो. अशा पेशिका आणि परिवाहिन्या एकामेकीला लागून अशा फक्त यकृत व पल्मन् या दोन इंद्रियातच असतात. इतरत्र परिवाहिन्या व कार्यकर्त्या पेशिका यांच्या मधे **अंतरस्थ द्रव्य**[1] असते, किंवा **अंतरस्थ अवकाश**[2] असतात किंवा दोनही असतात. प्रस्तुत अंतरस्थ अवकाशात द्रव असते त्यास **गात्रद्रव**[3] म्हणतात. याखेरीज शरीरात मोठमोठ्या विस्ताराच्या पण चिंचोळ्याच सापटी असतात, त्या परिहृद परिपल्म पर्यन्त्र आणि अस्थिसंधिकोश या होत. यात पाण्यासारखे पातळ सरिल द्रव असते. रक्तातील पिलस, गात्रद्रव आणि सरिलद्रव यांच्यामधे द्रवविनिमय चालू असतो. प्रवाकडून परिवाहिन्यांकडे दाब असतो तो हृदयस्पंदनाने उत्पन्न झालेला असतो आणि त्यामुळे परिवाहिन्यांकडून प्रतिवांकडेही दाब उत्पन्न झालेला असतो. त्यामुळे रक्त प्रवांकडून परिवाहिन्यांवाटे प्रतिवाहिन्यांकडे वाहते. मध्यंतरी भोवतालच्या गात्राकडे किंवा त्याकडून ओघ जातो येतो तो कसा तेच आता पहावयाचे आहे.

1 Intercellular substance 2 Intercellular spaces. 3 Tissue fluid.

हृदयस्पंद हे एक **रक्तचलनाचे कारण** आहे पण त्याखेरीज आणखीही एक कारण आहे ते त्यात **विरघळलेल्या द्रव्यांनी उत्पन्न केलेले तर्षण** हे होय. ही द्रव्ये **रवकरूप**[1] असतात आणि **कलिलरूपही**[2] असतात. लवणे व शर्करा रवकरूप

असतात तर प्रोतीन द्रव्ये कलिलरूप असतात. लवणाचे रेणुभार फार तर शतकांनी मोजले जातात, पण प्रोतीनरेणुभार सहस्रांनी मोजले जातात. लवणांच्या एकेका रेणूचे ते पाण्यात असल्यामुळे दोन वीजधारी भाग होतात पण प्रोतीनाचे तसे भाग झाले तरी थोडे. लवणाच्या सर्व रेणूंचे भाग होतात असे नाही पण काहींचे होतात. एका रेणूचे दोन रेणुभाग, रेणुदले[3] झाले म्हणजे त्यांनी उत्पन्न केलेला तर्षदाब दुप्पट होतो. तर्षण चळवळ्या व्यक्तींच्या संख्येच्या प्रमाणात असते, भाराच्या प्रमाणात नसते. प्रोतीन द्रव्ये भारत: बरीच असली तरी त्याचे रेणू मोठाले असून त्यांची संख्या लहान असते. लवणद्रव्ये व शर्करा भाराने थोडी असली तरी त्यांचे रेणू पुष्कळ असून त्यातील लवणांची शकलेही होतात. त्यामुळे चळवळ्या व्यक्तींची संख्या अधिक व तदुत्पन्न तर्षणही अधिक असते. रेणू जितका मोठा तितका अधिक मंद असून त्याला परिवाहिनीतटातून पार गात्रद्रवात जाण्यास अडथळा अधिक होतो. म्हणून लवणे शर्करा आणि अन्न-प्रोतीनोद्भव अमोदीन अम्ले सहजरीतीने गात्रद्रवात जातात, तशी रक्तप्रोतीनद्रव्ये जात नाहीत. दुसऱ्या टोकाशी गात्रद्रवातून रक्तपिलसात सुद्धा लवणे व मलद्रव्ये सहजी प्रविष्ट होतात. मलद्रव्यांचे रेणूदेखील प्रोतीनरेणूंपेक्षा लहान लहानच असतात आणि त्यांचीही शकले होतात.

1 Crystalloid. 2 Colloid. 3 Ions.

प्रोतीनद्रव्ये कलिलरूप असतात त्यांच्या योगाने तर्षण उत्पन्न होते ते थोडकेसेच असते, कारण त्याची रेणुसंख्या लहान असते. असे असले तरी त्याचा परिणाम महत्त्वाचा असतो तो असा, परिवाहिनीव्यूहाच्या प्रवाग्राशी हृदयाच्या स्पंदनाने उत्पन्न केलेला दाब असतो. त्या मानाने कलिलतर्षणाचा दाब थोडकाच असतो. तो प्रभावी ठरत नाही. कलिल रेणू मोठाले असल्यामुळे पाण्याबरोबर सहज परिवाहिनीतटापार न जाता पाणी आत ओढू पाहतात, पण **ही ओढ** प्रवाग्राशी दाबापेक्षा कमी पडते; तथापि **प्रतिवाग्राशी ती प्रभावी ठरते.** कारण तेथे हृद्स्पंदनाचा दाब थोडकासाच असतो तोही हृदयाकडे नेणारा असतो, किंवा ओढ असते असे म्हणावयास पाहिजे. त्यामुळे **प्रोतीनांनी पाण्यावर केलेली ओढ साहाय्यकारक होते.**

रक्तवाहिन्यांना लिंफवाहिन्या जोडलेल्या असतात. गात्रद्रवच लिंफवाहिन्यात जाते. त्यांच्या मार्गात लिंफग्रंथी असतात त्यात तयार होणारी लिंपके गात्रद्रवात मिसळून एक लिंफ तयार होते. उपद्रवी कण मात्र लिंफग्रंथीत आडवून ठेवले जातात. लिंफ सरतेशेवटी रक्तवाहिन्यात जाते. लिंफ व रक्तपिलस यांच्यात

थोडासा फरक असतो. लिंफ गात्रपेशिकांच्या अधिक जवळ असते आणि लिंफ-वहनाची त्वराही पुष्कळ कमी असतो. त्यामुळे हा फरक उत्पन्न होतो. लिंफामध्ये पिलसापेक्षा प्रोतीनद्रव्ये कमी असतात. **अंत्रातील अंचलातून आलेल्या लिंफान्त ओषटाचे थेंब विपुल असतात, त्यामुळे ते दुधासारखे दिसते.** त्यास **क्षीर**[1] म्हणतात, आणि त्याच्या वाहिन्यास **क्षीरायण्या**[2] म्हणतात.

1 Chyle. Lactic juice. 2 Lacteal.

रक्तपिलसातील वीजधारी रेणुदलांची संहती mg ./°

Na°	K°	$Ca^{\circ\circ}$	$Mg^{\circ\circ}$	Cl'
३०० ते ३३०	१६ ते २०	८ ते १२	२	३६० ते ३[illegible]

HCO_3'	H_2PO_4' व HPO_4''	SO_4
पूर्वोक्त	३ ते ५	२ ते ३

आरक्तपेशिकातील वीजधारी रेणुदलांची संहती mg ./°

Na'	K°	$Ca^{\circ\circ}$	Cl'
९०	३८०	१०	२०५

संजीवनविद्रव ./°

$NaCl$	KCl	$CaCl_2$	$NaHCO_3$	$MgCl_2$	NaH_2PO_4
०·८	०·०२	०·०२	०·०१	०·०१	०·००५

रक्ताचे काही घटक

पिलसातील Ca	१० mg	१००	ml मध्ये
पिलसातील अकार्बनी द्रव्यातील P	४ ,,	,,	,,
,, अमोदीन अम्ले	४६ ,,	,,	,,
शर्करा	१०० ,,	,,	,,
मूत्रीय	३० ,,	,,	,,
रक्तपिंडीर	१४ g.	,,	,,
पिलसातील प्रोतीन.	७ g.	,,	,,

पांडुर–पिंडीर गुणोत्तर २ : १.

प्रकरण ५२

रुधिराभिसरण

आपल्या शरीरात रक्त असते ते स्थिर नसते, वाहते असते. ही गोष्ट मनगटावरील नाडी आणि हृदयाची धडधड यावरून ध्यानात येण्याजोगी आहे. हृदयाची धडधड आणि नाडीचे ठोके एकाच तालाने चालतात. एकादी प्रवा तुटली तर त्याच तालावर तिच्यातून रक्ताची चिळकांडी उडते. एकादी प्रतिवा तुटली तर तिच्यातूनही रक्त वाहते पण ते हृदयाच्या तालाने वहात नाही, मुळूमुळू वाहते. मनगट दाबून धरले तर हात काळानिळा होतो. मनगट न दाबता मूठ वळून दावली आणि मनगट खूप दाबून धरले आणि मूठ उघडली तर हात फिका पडतो, पिवळस पांढरा दिसतो. मग मनगटावरील दाब काढला तर एकदम हातास लाली येते. थोड्याशा दाबाने प्रतिवा दबतात आणि बुजतात. त्यातून वाहणारे रक्त तुंबले म्हणजे हात निळा काळा होतो. मोठा दाब दिल्याने प्रवादेखील दबतात, बुजतात, त्यामुळे हात फिका पडतो. त्या खुल्या झाल्या म्हणजे तो लाल होतो. यावरून ध्यानात येते की प्रवातून वाहणारे रक्त बोटाकडे वाहते आणि प्रतिवातून वाहणारे रक्त त्याच्या उलट दिशेने वाहते. मूठ वळण्याचा परिणाम हातातले रक्त वर लोटून देण्यात होतो. कोणत्याही अवयवात हृदयाकडून रक्त सदासर्वदा येत राहते असे जर असेल तर तितकेच रक्त सदासर्वदा हृदयात परतही जात असले पाहिजे, यात शंका नाही. नाहीतर हृदय कोरडे होऊन इतरत्र रक्ताचा अगडबंब साठा झाला असता ! शरीरात **रक्ताचे अभिसरण** होत असते.

अभि म्हणजे कडे. कोणाकडे ? या प्रश्नाचे उत्तर प्रवा आणि प्रतिवा यांच्या बाबतीत वेगवेगळे आहे. **प्रवातून गात्रपेशिकांकडे आणि प्रतिवातून हृदयाकडे** अशी या प्रश्नांची उत्तरे आहेत. परिवाहिन्यातून रक्ताचा द्रवांश बाहेर गात्रपेशिकांकडे वाहतो आणि तेथून प्रतिवाकडे वाहतो. एकाद्या चिमणीचे पिलू पिसे येण्यापूर्वी पाहिले तर त्याच्या पोटातील इंद्रिये स्पष्ट दिसतात, इतकी त्याची त्वचा पातळ व पारदर्शी असते. त्याच्या छातीतले हृदयदेखील दिसते. तेथे रक्ताची आयात निर्यात चालली आहे असेही दिसते. ही आयातनिर्यात हृदयाच्या फुगण्यादबण्याने चालल्याचेही दिसून येते. यासच **स्पंद** म्हणतात. बेडकाचे हृदय उघडे करून

पाहिले असता त्याचेही स्पंद दिसतात. इतकेच नव्हे तर ते स्पंद हृदय इतर इंद्रियापासून वेगळे केल्यावर सुद्धा चालू राहतात. थोड्या वेळाने ते बंद पडतात. परंतु त्यावर लवणविद्रव टिपकत ठेवले असता ते तास नि तास चालू राहून असल्याचे दिसून येते. **लवणविद्रवातच द्राक्षजाशर्करा विरघळवून आणि त्यातच ऊर्ध्ववायूचा भरणा करून ते ससा किंवा कुत्रा यांच्या वेगळे काढलेल्या हृदयात खेळविले तर हृदय चार पाच दिवससुद्धा कार्यक्षम राहू शकते**, असे अनुभवास येते.

जिवंत माणसाची छाती उघडून पाहण्याचे प्रसंग फारच थोडे येतात. अशा प्रसंगी हृद्स्पंद पाहिले गेले आहेत. शरीरास काहीही अपाय न करता आज हृदयस्पंद पाहण्याची सोय झालेली आहे. ती पारायणी (क्ष) किरणामुळे. हे किरण शरीरातून आरपार जाऊन एका झळक पाटीवर पडतील अशी व्यवस्था केली तर हृदयाची छाया त्या पाटीवर दिसते. ती स्पंदन करीत असल्याचे दिसून येते. **हृदयाचे संकोचन आणि विस्तरण मिळून एक स्पंद** होतो. विश्रांत स्थितीत असे स्पंद कोणाचे मिनिटात ६० तर कोणाचे ८० देखील असतात. ते ७५ असले तर आदाविसर्जन काल कसकसे असतात ते पाहून घेऊ या. अशा प्रसंगी एकंदर **स्पंद–काल** ०·८ सेकंद ठरतो. यापैकी अर्धाकाळ ०·४ **सेकंद संपूर्ण हृदय विस्फारित** असते. राहिलेल्या अर्ध्याकालात प्रथमतः ०·१ **सेकंदापर्यंत आदायक पुटांचे संकोचन** होत असते आणि त्यानंतर ०·**३ सेकंदापर्यंत विसर्जकांचे संकोचन** चालू राहते. दोनही आदायक पुटे आणि दोनही विसर्जकपुटे बरोबरच संकोचन पावतात. आदायकसंकोचन होत असताना विसर्जकपुटे विस्फारित असतात त्यात रक्त वाहते. विसर्जक पुटे संकोचन पावत असताना आदायक पुटे विस्फारित असतात पण त्याच वेळी मधली वल्ले मिटतात आणि रक्त माघारी जाऊ शकत नाही ते पुढे प्रवाामध्ये जाते. तिकडे जाण्याच्या वाटेतील वल्ले रक्ताच्या धक्क्यानेच उघडतात. विसर्जकाचे विस्फारण होत असताना ही वल्ले मिटतात. **श्रम करीत असताना स्पंदत्वरा दुप्पट किंवा तिप्पट सुद्धा** होण्याचा संभव असतो. अर्थात् अशा प्रसंगी स्पंदकाल, एका स्पंदनाला लागणारा वेळ, कमी होतो. तरी हा कमीपणा संकोचनापेक्षा विस्फारणाला अधिक लागू पडतो. एकंदर स्पंदकाल ०.५ सेकंद होतो तेव्हा विसर्जकाचा संकोचनकाल ०·२ सेकंद आणि त्याचा विस्फारणकाल ०·३ सेकंद होतो.

रक्त वाहण्याची दिशा यथायोग्य ठेवण्याच्या कामी **हृदयातील वल्लांचा विशेष उपयोग** असतो. द्विदल व त्रिदल वल्लांच्या आरंभी मांसवलय असते. विसर्जकसंकोचनामधे ते आकरसते. त्यांच्या काठाला जी स्नावसूत्रे असतात

त्यांची टोके मांसपिटिकात गुंतलेली असतात त्या पिटिकाही आकरसतात. परिणामी वल्लांचे काठ एकमेकास खेटतात इतकेच नव्हे तर थोड्याशा अंतरापर्यंत दलपृष्ठेही खेटून राहतात. सूत्रे ताणून धरल्यामुळे वल्लदले उलटण्याचा संभव रहात नाही. महाप्रवा आणि पल्मप्रवा यांच्या आरंभी वल्ले असतात. त्यांची दले वाटयांसारखी असून त्यांचे खोलवटे त्या वाहिन्यांच्या तटाकडे रोखलेले असतात. या वाटया रक्ताने भरलेल्या असतात. विसर्जक विस्फारणाच्या वेळी त्यातील दाब कमी होण्यावरोबर वाटया विसर्जकाच्या कोठ्यात पडतात, आणि त्यांचे सुटे काठ एकमेकांना खेटून राहतात. रक्तविसर्जकात परतण्याला वाट रहात नाही. विसर्जकपुटात रक्त येऊन त्यांच्या संकोचनाने रक्ताचा दाब वाढला म्हणजेच ती पुनः पूर्ववत होऊन रक्ताला प्रवामध्ये जाण्यास वाट मिळते.

रक्ताला जी गती मिळते ती हृदयाचे मांसलतट त्याच्यावर दाबले गेल्याने मिळते. स्पंदारंभ आदायक पुटे संकोचल्याने होतो. या पुटात दाबाची वाढ २ ते ५ mm इतकी थोडकी होते. ही वाढ पाऱ्याच्या स्तंभाच्या उंचीने मोजण्याचा प्रघात आहे. प्रत्यक्ष मोजणी अन्य प्रकारेही करतात. पाण्याच्या स्तंभाने करतात किंवा तन्यातंतूवरील परिणामाने करतात. परंतु अंक सांगावयाचे ते पाऱ्याच्या स्तंभाचेच जे हिशोबाने येतील ते सांगावयाचे अशी पद्धत आहे. आदायक-संकोचनाच्या वेळी विसर्जक पुटे विस्फारलेली असल्यामुळे तेथे दाब कमीच असतो म्हणून तिकडे रक्त वाहते. त्याच वेळी माघारी प्रतिवाकडे जाण्याची वाट मोकळी असते पण तेथील दाबात फरक पडत नाही तेव्हा तिकडे रक्त फिरले तरी ते अगदीच थोडे असते यात शंका नाही. प्रतिवाच्या अंती वल्ल नसले तरी मांसवलय असते ते आदायकसंकोचाचे वेळी संकोचन पावते. खरोखरी ते आदायक पुटाचाच भाग बनलेले असते. विसर्जकसंकोचाने रक्तावरील दाब चांगला शे सवाशे mm. नी वाढतो. त्याने आदाविसर्जक द्वारे बंद होतात आणि प्रवाद्वारे उघडतात. **विसर्जकसंकोचारंभी अगदी थोडा वेळ सुमारे ०.०५ सेकंदपर्यंत दाब पुष्कळ वाढतो, पण कोठा कमी होत नाही. मांसतंतू लांबत नाहीत, आखूड होत नाहीत, तरी ताण घेतात.** या अवधीस **आततिकाल**[1] म्हणतात. यानंतर विसर्जकाचा कोठा झपाट्याने कमी होऊन रक्तनिर्यात होते.

1 Period of (isotonic) tension.

विसर्जकसंकोच संपून मांसशिथिल होऊ लागल्याबरोबर विसर्जकाच्या कोठ्यातील दाब एकदम पुष्कळ उतरतो. तेव्हा प्रवाद्वारे बंद होतात आणि आदाविसर्जकद्वारे अगोदरच बंद असतात. हा दाब आदायक पुटातील दाबापेक्षाही

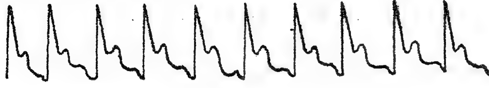
कमी होताच ती द्वारे उघडतात. तेथून सर्व हृदयाच्या विस्फारणास सुरवात होते. विसर्जकपुटांचे संकोचन चालू असतानाच रक्त प्रतिवामधून आदायक पुटात उतरते. आदाविसर्जकद्वारदले विसर्जकसंकोचाने खाली ओढली जातात. त्यामुळे या रक्तवहनास मदतच होते. ही द्वारे उघडल्याबरोबर आदायकपुटातील रक्त खाली येण्यास अवसर मिळतो. डाव्या उजव्या हृदयभागातील संकोचनविस्फारण एकसाथच होत असते. तेथील दमनमानात मात्र अंतर असते. डाव्यापेक्षा उजव्यातील दमन पुष्कळ कमी असते. **विस्फारणाच्या अखेरीस महाप्रवेतील दमन** ७० mm. **च्या सुमारात असते. पलमन्य प्रवेत ते अवघे १२** mm. च्या सुमारात असते. **विसर्जकसंकोचनाच्या वेळी महाप्रवेतील दमन** १४० mm. **च्या सुमारात असते तर पलमन्य प्रवेतील दमन** २२ mm. **च्या सुमारात** असते. हृदयपुटांच्या संकोचन विस्फारण–क्रिया पुनः पुनः त्याच क्रमाने घडतात म्हणून त्यांना हृदयक्रियाचक्र[1] किंवा थोडक्यात हृद्‌चक्र म्हणतात.

1 Cardiac cycle.

एकाद्याच्या मनगटापाशी अरीय प्रवेवर परीक्षकाने आपली बोटे ठेवली असता तिच्यातून आतुराच्या बोटाकडे **तरंग** चालू असल्याचे कळून येते. थोड्याबहुत प्रयत्नाने असे तरंग इतर प्रवावरही आढळून येतात. या तरंगाची आवृत्ती हृदयस्पंदाच्या आवृत्तीशी जुळती असते. हा तरंग कशाचा असतो ? कशाने उत्पन्न होतो ? हे प्रश्न आता सोडवले पाहिजेत. परीक्षकाच्या बोटाखाली प्रवातटास फुगवटी येऊन जात आहे असे स्पष्ट कळून येते. हा **फुगवटीचा तरंग** असतो, असे पहिल्या प्रश्नाचे उत्तर मिळते. **प्रवेमधून वाहणाऱ्या रक्ताच्या वेगापेक्षा प्रवातटातील या तरंगाचा वेग अधिक असतो.** तरंग रक्ताच्या दाबाने उत्पन्न झालेले असतात. महाप्रवाद्वाराच्या वाटीवजा वल्लदलापासूनच रक्त पुढे सरकते आणि तेथूनच प्रवातटाचे तरंगही निघतात. तरी रक्त अन्य प्रवेत पोचण्यापूर्वी तेथून प्रवातटाचा हा '**नाडीतरंग**' पुढे निघून गेलेला असतो. प्रवातट चिवट असतात. ते फुगतात आणि आकुंचित होतात असे पुनः पुनः कालक्रमाने आणि स्थलक्रमानेही घडते. कोणत्याही एका क्षणी शेजार शेजारचे प्रवातटाचे भाग तरंगाच्या क्रमाने वेगवेगळ्या अवस्थेत असतात, आणि कोणत्याही एका स्थळीही कालक्रमाने वेगवेगळ्या अवस्थेत असतात. प्रवातटावरील त्वचेवर बोट ठेवून अभिसरण तपासणे या क्रियेस नाडी पाहणे म्हणतात. नाडी म्हणजे नळी. येथे रक्तप्रवाहिनी.

प्रवेमधील फुगण्यादबण्याचे जे चलन त्याला कंप असे म्हटले तर **प्रवा ही कंप्र असते** असा तिचा गुण सांगता येतो. एकाच ठिकाणी एका सेकंदात जे कंप

येतात त्यांची संख्या ती कंप्रता असा संकेत आहे. सेकंदात हृदयाचे जितके स्पंद होतात तितकेच प्रवेचे कंप होतात. नाडीची कंप्रता[1] सांगणे म्हणजे हृदयाचे सेकंदागणिक स्पंद सांगणे होय. स्पंद आणि कंप वास्तविक एकच होय. **कंप्रता म्हणजे स्पंदिता** असेही म्हणता येईल. नाडी पाहताना घड्याळाकडे लक्ष दिले तर कंप्रता मोजली जाते. ही गोष्ट तर सोपीच आहे. कंप्रतेशिवाय इतर गोष्टीही नाडीतपासणीत कळून येतात. नाडी मऊ किंवा कडक असू शकते. नाडीच्या कंप्रतेबरोबर नाडीची नम्रताही कळते. नाडी मंद किंवा शीघ्र तशीच मृदु किंवा कठोर असू शकते. यंत्रसाहाय्याने नाडी तपासली असता **नाडीकंपावर एक लहानसा कंप** चढलेला आढळतो. प्रवा फुगते आणि दबते हा तिचा कंप होय. अशी दबताना मध्ये पुनः थोडीशी फुगवटी येते आणि मग ती ओसरते. अर्थात तिजबरोबर पहिली मोठी फुगवटीही ओसरते. कंपावर चढलेला दुसरा कंप असतो त्याला **अधिरूढ कंप** म्हणतात. **विसर्जकातून महाप्रवेत घुसलेल्या रक्ताने मुख्य कंप उत्पन्न होतो आणि प्रवावल्लदले मिटवून त्यावर आदळून पुढे निघालेल्या रक्ताने अधिरूढ[2] कंप** उत्पन्न होतो. भुजचरणादि अवयवातील प्रतिवाततटात नाडीतरंग उत्पन्न होत नाहीत परंतु मानेतील प्रतिवात मात्र ते आढळून येतात.



आ० ५२·१ रक्तस्पंदालेख

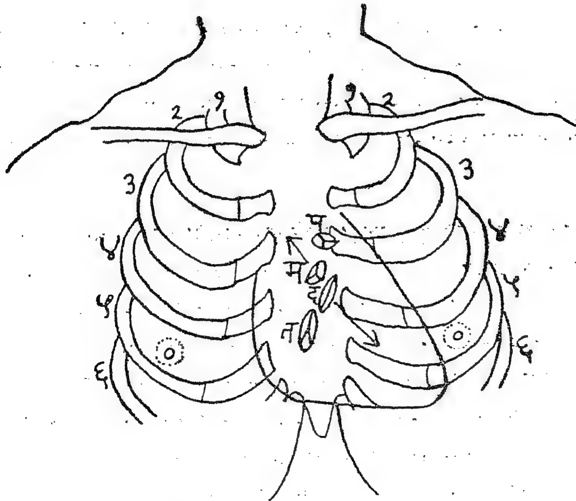
1 Frequency. 2 Dicrotic.

काही भावना उत्कट झाल्या म्हणजे आपल्या छातीत हृदय धडधडल्याचे आपणास कळून येते. काही जणांचे वक्षस्तट असे असतात की आतील हृदयाची धडधड त्यावर दिसून येते. दुसऱ्याच्या छातीस हृदयाजवळ कान लावला असता धडधड ऐकूदेखील येते. तथापि ऐकण्याची ही पद्धत गैरसोईची असल्यामुळे एका रबरी नळीचा उपयोग करून हीच गोष्ट साधता येते. छातीवर टेकण्याच्या नळीच्या टोकाशी तिच्याशी सलग विस्तारलेली वाटी आणि तिला लवचीक पडदा असला म्हणजे उत्तम सोय होते. अशा **श्रवणीने[1] हृदयध्वनी ऐकता ऐकता नाडीवर बोट ठेवावे म्हणजे एका नाडीकंपागणिक एक धडधड असा दुहेरी ध्वनी ऐकू येतो.** एका स्पंदाने दोन् ध्वनी उमटतात. पहिला ध्वनी खालपट पण लांबट असतो, दुसरा उंचट पण आखूड असतो. ध्वनिशक्तीचे रूपांतर वीजशक्तीत करून

घेऊन वीजतरंगाची रेखाटी कागदावर उमटविता येते. हृद्स्पंदनाने जे क्रियाप्रवाह उत्पन्न होतात त्याचे चित्रण रेखाटीच्या रूपाने करता येते. ते अन्यत्र (प्र. ३५) सांगितले आहे. धडधड हे हृदयध्वनींचे लौकिक वर्णन धाड्धड् असे दीर्घ ऱ्हस्वतेस अनुसरून करणे चांगले. पहिला दीर्घध्वनी विसर्जकसंकोचारंभी सुरू होऊन सुमारे ०·१२ सेकंद चालतो, म्हणून त्याला **संकोचित**[2] ध्वनी म्हणतात. प्रवाद्वारे बंद पडताच दुसरा ध्वनी सुरू होतो आणि सुमारे ०·०८ सेकंद चालतो. या वेळी हृदय-विस्फारण चालू असते म्हणून त्यास **विस्फारित**[3] ध्वनी म्हणतात. विसर्जकांचे मांस संकोच पावते तेव्हा संकोचित ध्वनी उत्पन्न होतो आणि त्याची तीव्रता विसर्जकातील रक्तदमनाच्या मानाने कमीजास्त असते. महाप्रवेतील रक्तदमनाच्या मानाने दुसरा ध्वनी कमजास्त होतो असेही संबंध आढळून येतात.

1 श्रवणनळी Stethoscope. 2 Systolic. 3 Diastolic.

उरस्याच्या वर व जवळपास श्रवणनळीने **चार वल्लद्वारांचे चार आवाज वेगवेगळे ओळखू येतात**. उजव्या आदाविसर्जकद्वाराचा आवाज उराच्या खालच्या टोकाशी ऐकू येतो. तेथून डाव्या अंगास थोड्याच अंतरावर डाव्या आदाविसर्जक द्वाराचा आवाज ऐकू येतो. उजव्या दुसऱ्या पर्शुकांतराच्या उराजवळच्या टोकाशी महाप्रवाद्वाराचा आवाज ऐकू येतो तर डाव्या दुसऱ्या पर्शुकांतराच्या उराजवळच्या



आ० ५२·२ वक्षोदेशी वल्लचिन्हे

टोकाशी पल्मन्यद्वाराचा आवाज ऐकू येतो. वक्षस्तटावर बोटे पसरून त्यावर ठोका दिल्याने जो आवाज निघतो त्यावरून आतील हृदयाची सीमा समजू शकते. वरची सीमा सोडून इतर सीमांना पल्मने पसरलेली आहेत त्यावर आवाज खणखणीत निघतो परंतु हृदयावर तो मंद निघतो. पारायणी-किरणांच्या साहाय्याने हृद्देशाच्या सीमा चित्रार्पित होऊ शकतात. हृदय जितके किरण आडविते तितके पल्मने आडवीत नाहीत. श्रवणीने आवाज ऐकणे यास आश्रवण[1] आणि बोटावर ठोकून आवाज ऐकणे यास अंगुलिनादन[2] म्हणतात.

1 Auscultation. 2 Percussing.

हृदय इतर अवयवांपासून वेगळे काढले तरी चार पाच तासपर्यंत स्पंदन करीत राहते हे पूर्वीच सांगितले आहे. इतर अवयवातील मांसपेशिकांना चेतनी-तंतुद्वारा प्रेरणा मिळावी लागते तेव्हा त्या कार्यक्षम होतात तसे हृदयाचे नाही. तथापि स्वतः हृदयाच्या अंतर्गत बऱ्याच चैतनपेशिका असतात त्यातून मांसतंतूंना स्फुरण मिळते की काय असा प्रश्न उद्भवतो. हे सहज संभवनीय आहे यात शंका नाही. तथापि या चैतनपेशिका आणि मांसपेशिका यांचे संबंध इतके निकट आहेत की, स्फुरण कोणत्यात उत्पन्न होते आणि कोणत्यात होत नाही हे ठरवणे दुष्कर ठरते. गर्भातील हृदयाचे तंतू वेगळे काढले असता त्यात स्पंदन चालू राहते असे आढळते, हे एक आणि दुसरे असे की गर्भाच्या हृदयातील मांसतंतूच्या संनिध चित्तिका उत्पन्न होण्यापूर्वी त्यात स्पंदन चालू होते. यावरून हृदयाच्या मांसतंतूत स्वयंस्पंदिता[1] असते असेच म्हणावे लागते. हृदयाच्या बाहेरून येणारे चैतनतंतू हृदयाच्या अंतर्गत चैतनतंतूशी संपर्क पावलेले असतात. जन्मापासूनची स्थिति लक्षात घेता **स्वयंस्पंदितेस बाह्य नियमनाचीही जोड** नित्य असते असेच म्हणणे योग्य ठरते.

1 Automatism.

हृन्मांसाचा बहुतांश एकामेकीत गुंतलेल्या मांसपेशिकांचा असतो. संकोचन हेच या पेशिकांचे कार्य असते. या पेशिका पट्टांकित असतात. यापेक्षा कमी पट्टांकित असलेल्या दुसऱ्या मांसपेशिकाही हृदयात असतात. त्यात मांसांबु अधिक असते. त्याचे कार्य चेतनावहनाचे असते. चेतनावहन हा गुण इतर मांसतंतूत असतो पण तोच गुण या विशिष्ट तंतूत अधिक उत्कट असतो. या मांसपेशिकामध्ये पुष्कळ चैतनपेशिकाही गुंतलेल्या असतात. हे विशिष्ट मांसतंतू काही काही ठिकाणी बरेच दाटीने रचलेले असतात. ऊर्ध्व महाप्रतिवा आणि कर्णिका यांच्या मधल्या हृदयतटात असे तंतू असतात. या संग्रहास सिरान्तग्रंथी[1] म्हणतात. असा दुसरा संग्रह आदायकअंतरायाच्या तळात विसर्जकाशेजारी असतो. त्याला आदाविसर्जक

पर्व म्हणतात. या पर्वापासून एक तंतुवृंद खाली विसर्जक–अंतरायात जातो. हा वृंद म्हणजे आदायक आणि विसर्जक पुटांचा सांधाच असतो. इतरत्र आदायक व विसर्जक पुटे एका सूत्रल पटलाने विभक्त झालेली असतात. आदाविसर्जक तंतुवृंद[2] दोन विसर्जकामधील अंतरायात सामील होऊन दुभंगतो. त्याची एक शाखा डाव्या आणि दुसरी शाखा उजव्या विसर्जकपुटाच्या पृष्ठास धरून पसरते. विसर्जक पुटांच्या आस्तराला लागून ज्या परिकुंजपेशिका[3] असतात त्यांच्यापर्यंत या वृंदाच्या उपशाखा जाऊन पोचतात. सिरान्तग्रंथी आणि आदाविसर्जक वृंद यात पुष्कळ चैतनपेशिका असतात. त्यांचा संपर्क एकापक्षी मांसपेशिकांशी आणि दुसऱ्या पक्षीं मेंदूतून येणाऱ्या दहाव्या विगूढा नामक चेतनीच्या तंतूंच्या अग्राशी होतो. (भाग १ पृ. ३२४ पहा).

1 Sinuatrial node. 2 Atrioventricular bundle. 3 Purlkinje cells.

हृदयाचे मांस जरी स्वयंस्पंदी असले तरी नित्याचे **हृदयाचे स्पंदन मांसोद्भव नसते, ते सिरान्त ग्रंथीतून निघणाऱ्या चेतनांनी चालते**, असे प्रायोगिक अनुभवावरून कळून येते. हे प्रयोग बेडूक, कुत्रा, मांजर, इत्यादींवर केलेले असून रुग्णांच्या रोगलक्षणावरून वरील अनुमानास दुजोरा मिळालेला आहे. बेडकाच्या हृदयारंभी सिरान्तकोष्ठच असते. या कोष्ठाच्या आणि आदानिकाच्या मधे करकचून आवळणी घातली असता कोष्ठ स्पंदत राहते पण इतर हृदयाचे स्पंद कांहीं काळ मुळीच थांबतात. ते पुनः सुरू होतात पण कमी कंप्रतेने. याचप्रमाणे आदायक व विसर्जक पुटामधेहीं आवळणी घातली तरी जरा वेळ थांबून ते ते कोठे स्पंदन करू लागतात पण उत्तरोत्तर कमी कंप्रतेने. कुत्र्यामांजरामधे सिरान्त-कोष्ठ नसते पण आदायकविसर्जक यांच्या सांध्यातील मांसल व चैतन संबंध आदाविसर्जक मांसवृंद तोडता येतो. अशाने आदायक आणि विसर्जक यांची स्पंदने वेगवेगळ्या कंप्रतेने चालू राहतात. आदायककंप्रता ९० तर विसर्जककंप्रता ३०, ३२ वर येते. माणसाच्या आदाविसर्जक मांसवृंदात क्वचित् विकार उत्पन्न होतो आणि कोठेतरी पेशिकांची साखळी तुटते. अशा प्रसंगी आदायक कंप्रता सामान्यच राहून विसर्जकाची कंप्रता २५, ३० इतकी कमी होते. या विकारास हृद्-संरोध[1] म्हणतात. हृद्वीजालेखांनीं हा विकार कळून येतो.

1 Heart block.

हृदयाचे स्पंदन उत्पन्न करणारे स्फुरण **सिरान्तग्रंथीत** उत्पन्न होते. म्हणून त्यास **स्पंदारंभक** म्हणतात. या स्फुरणाच्या छायेने स्वाभाविक स्पंदन झाकले जाते. येथून निघणाऱ्या चेतना जेव्हा बंद पडतात तेव्हाच **हृदयाचे स्वयंस्पंद** प्रकट असतात.

ते त्याच्या **दोन भागात वेगवेगळ्या कंप्रतेचे** असतात, हेच वरील अनुभवाने सिद्ध झाले आहे. स्पंदारंभकापासून निघालेल्या चेतना आदाविसर्जकपर्वापर्यंत सुमारे एका मीटरास एक सेकंद या त्वरेने जाते. तेथे त्यांचा वेग बराच कमी होऊन त्या आदाविसर्जक मांसवृंदास मिळतात, पर्वापासून वृंदापर्यंत जाण्याला सुमारे ०·०५ सेकंद वेळ लागतो. त्यामुळे नेहमी विसर्जकांचे संकोचन आदायकसंकोचन संपल्या-नंतरच सुरू होते. हृन्मांसाचे संकोचन संपल्यानंतर त्याचा मुग्धकाल सुरू होतो. या कालांत कितीही मोठी चेतना दिली तरी तिचा परिणाम संकोचनकारक होत नाही. या अवस्थेनंतर सापेक्ष अचेतनीयतेची अवस्था उत्पन्न होते. या अवस्थेत विशेष (नेहमीच्या पेक्षा) मोठी प्रेरणा मिळाली तरच संकोचन घडते, नाही तर नाही. **सामान्य कंकालमांसात मुग्धकाल सेकंदाच्या सहस्त्रांशाने मोजावा इतका लहान असतो तर हृदयमांसाच्या बाबतीत तो दशांशाने मोजण्याइतपत मोठा असतो. याच काळात हृदयाचे मांस शिथिल होऊन स्वपोषणार्थ भरपूर रक्त घेऊ शकते.** (प्र० २५ पहा)

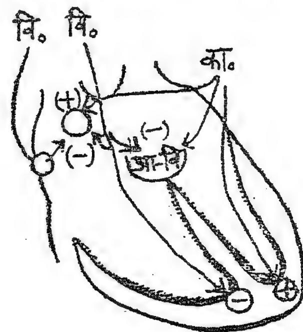
मनुष्य **श्रमाचे काम** करीत असला म्हणजे विश्रांतीच्या काळापेक्षा बरेच अधिक रक्त मांसगात्रात वापरले जाते आणि हृदयाच्या उजव्या आदायक पुटात येतेही. हृदयाची पुटे विस्फारित होतात तेव्हा ते त्यात उतरते. हे अधिक रक्त आत आले म्हणजे हृदयाचे **मांसतंतू अधिक ताणले** जातात, लांबतात. विस्फारणाचा अवधी संपल्यानंतर **संकोचन व्हावयाचे ते अधिक जोराने** होते. तसे ते व्हावे असाच मांसतंतूंचा स्वभाव असतो. ताणून लांबलेले तंतू त्यानंतरच्या संकोचनात अधिक जोर प्रकट करतात. ताण तसा जोर किंवा अधिक ताण तर अधिक जोर अशा आचरणाने अधिक रक्त प्रवाह्यूहात रेटण्याची कामगिरी पार पडते. ही बळाची वाढ अमर्याद होऊ शकत नाही, हे उघडच आहे. श्रम जर अधिकाधिक होऊ लागले तर एवढ्या बलवाढीने काम भागत नाही, हृदयाची कंप्रताही वाढावी लागते, मोजक्या वेळात होणाऱ्या स्पंदांची संख्याही वाढते. **सराईत कामगाराच्या शरीरात बलवाढ विशेष आणि संख्यावाढ (कंप्रतावाढ) कमी अशी व्यवस्था** होते. सराईत नसणाऱ्या कामगाराच्या शरीरात मात्र बलवाढ थोडी पण कंप्रतावाढ बरीच असे घडते. अधिक श्रमाने सराईतापेक्षा बिनसराईत माणूसच अधिक धापा टाकू लागतो, आणि त्याच्या छातीत धडधड अधिक त्वरेने घडते.

हृदयास प्रतिकारुणिक चैतनतंतू विगूढाद्वारा येऊन मिळतात तर प्रकारुणिक तंतू हृद्य चेतन्यांच्या द्वारा मिळतात. प्रस्तुत प्रतिकारुणिक तंतू मस्तुकामधील विगूढामर्मातून निघतात तर प्रकारुणिक तंतू पहिल्या तीन वक्षस्य कशीय-

विभागातून निघतात. हे पुंजकपूर्व झाले. प्रतिकारुणिक पुंजकपूर्वतंतू थेट हृदयतटापर्यंत जातात तर पुंजकपूर्व प्रकारुणिक तंतू अधर ग्रैव व प्रथम वक्षस्य किंवा दोनही मिळून होणारा संयुक्त तारकापुंजक यापर्यंत जातात. पशूवर प्रयोग करताना असे आढळून येते की, हृदयाला जाणाऱ्या विगूढातंतूंना प्रबल चेतक लावला असता त्याचे स्पंद बंद पडतात. चेतक सौम्य असल्यास स्पंद-त्वरा कमी होते आणि स्पंदनाचा जोरही कमी होतो. हृदय हे स्वयंस्पंदी आहे तेव्हा त्याचे स्पंद मंदावणे किंवा थांबणे म्हणजे त्याची असलेली स्वयंप्रेरणा बंद पाडणे होय. चेतनेने प्रेरणा मिळते असे इतर चैतन तंतूच्या बाबतीत दिसून येते तसे या प्रसंगी होत नाही. इतकेच नाही तर स्वयंप्रेरणेने किंवा अन्य प्रेरणेने म्हणा चालू असलेले हृदय मंदावते किंवा बंद पडते. यावरून **विगूढातंतू प्रतीरण[1] करतात** असे म्हणावे लागते. विगूढेचे हृदयापर्यंत जाणारे तंतू पुंजकपूर्व असतात. पुंजकोत्तर तंतू हृन्मांसातच असतात. निकोटीनविद्रव सांध्यातून चेतनासंक्रमणास प्रतिबंध करणारे आहे. ते हृदयावर फासून मग विगूढेस चेतक लावल्यास प्रतीरण होत नाही. परंतु अशा प्रसंगी हृन्मांसासच चेतक लावल्यास प्रतीरण होते. कारण सांध्यापलीकडल्या पुंजकोत्तर तंतूसच तो चेतक लागू होतो. **प्रकारुण तंतूंना चेतक लावला असता स्पंदबल व कंप्रताही वाढते.**

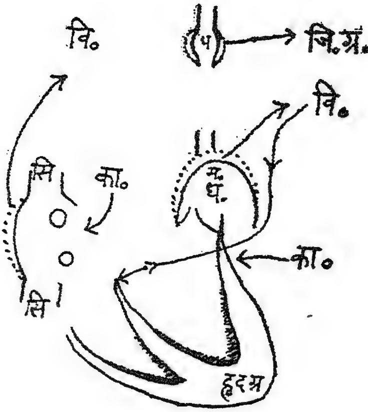
1 Inhibition.

विगूढा चेतनीच्या हृदयगामी तंतूंना बराच वेळ प्रबल चेतना देत राहिले असता प्रथमतः हृदयांचे स्पंद थांबतात पण काही वेळानंतर विसर्जकाचे स्पंद थोड्या मंदपणे पुनः चालू होतात. प्रतीरणाच्या प्रभावातून विसर्जकपुटे निसटतात. ही गोष्ट आदायकांबाबत घडत नाही. याविषयी उपपत्ती अद्याप जमलेली नाही. निसटणे Ecape.



आ० ५२·३ चेतनीद्वारा हृदयनियमन
वि. विगूढा, का. कारुणिक
आ-वि आदाविसर्जक.

हृदयाच्या स्वाभाविक स्पंदक्रियेवर दोन प्रकारे संस्कार होऊ शकतात आणि दोन चेतनांच्याद्वारा घडून येतातही. बल आणि कंप्रता यात कमी-अधिक पणा संभवतो आणि तसा तो दिसून येतोही. **विगूढातंतूनी स्पंदबळ कमी होते आणि कंप्रताही कमी होते. हे दोन संस्कार घडविणारे तंतू वेगवेगळे असतात.**



आ० ५२·४ हृदयात चेतनापरावर्तन
वि. विगूढा, सि. सिरा, का. कारुणिक
जि. ग्र. जिह्वाग्रसीया म. ध. महाधमनी.

त्याचप्रमाणे प्रकारुणिक तंतूतही दोन प्रकारचे तंतू आढळतात. बळ वाढवणारे आणि कंप्रता वाढवणारे. औषधांपैकी अॅट्रोपीन हे औषध त्वचेखाली टोचून दिले असता विगूढेचा प्रभाव नाहीसा होतो. हृदयाचे स्पंदन अधिक बलवान आणि अधिक कंप्रही होते. मिनिटागणिक स्पंदसंख्या दीडपट किंवा अधिकही होऊ शकते. एकंदरीत हे ध्यानात येते की, स्पंदन ही हृदयाची स्वयंवृत्ती असून तिजवर एक लगाम आहे तो विगूढातंतूचा आणि एक चाबूकही आहे तो प्रकारुणिक तंतूंचा. अगदी विश्रांत स्थितीत शरीरात रक्त खेळवण्याची गरज असते ती थोडकीच असते पण प्रसंगविशेषी श्रम करावे लागतात तेव्हा ती पाच सात पट देखील होण्याचा संभव असतो. त्याकरता या नियामक जोडीचा उपयोग आहे.

हृदयास चेतना पोचविणाऱ्या प्रकारुणिक व प्रतिकारुणिक पुंजकोत्तर तंतूंच्या शेवटी अनुक्रमे **कारुणीन**[1] नावाचे आणि **अशीतिल पित्तामोद**[2] नावाचे द्रव्य उत्पन्न होते असे प्रयोगकारांना आढळून आले आहे. कारुणिक हे अधिवृक्क पिंडातून उत्पन्न होणाऱ्या अधिवृक्कीन या द्रव्यासारखे आहे, ही दोनही द्रव्ये क्षणभंगुर असतात. अगदी थोडया वेळात बहुधा एखाद्या वितंचकाच्या योगाने ती नाहीशी होतात. विगूढातंतूना चेतक लावण्याचे थांबताक्षणीच त्याचा परिणाम नाहीसा होण्याचे कारण हे भंगुरत्वच होय. कारुणीन आणि अशीतिल पित्तामोद यांचा उद्भव व विनाश सर्वच प्रकारुणिक व प्रतिकारुणिक चैतन तंतूंच्या शेवटी त्यांच्यातून चेतना वाहिल्याने होत असावा, असे मानले जाते. $१ \div १०^{७}$ इतक्या विरळ अशीतिल पित्तामोद-विरघळयाने हृदय बंद पडू शकते, असा अनुभव येतो. सामान्यतः प्रकारुणिक व प्रतिकारुणिक तंतूच्या शेवटी उत्पन्न होणारे विरघळे याच्या शंभरपटीने विरळ असतात. म्हणून उपद्रवी परिणाम टळतात. **ही दोन द्रव्ये चैतनस्फुरणाची रसरूप–मध्यस्थ–द्रव्ये**[3] आहेत असे मानतात.

1 Sympathin. 2 Acetylcholine. 3 Humoral mediators.

विगूढा चेतनी औषधाने निश्चेतन केली असता हृदयाचे स्पंद बळावतात व त्वरावतात. यावरून **नेहमी विगूढेतून प्रतीरक चेतना वहात असतात** असे अनुमान निघते. इतके गुणावह औषध **प्रकारुणिक** चैतनतंतूवर चालण्याजोगे नाही तरी काही कारणाने त्यांचा हृद्संबंध तुटला असता हृदयाचे स्पंदन सौम्य व मंद होते. यावरून या **तंतूतही नेहमी प्रेरणा वहात असतात**, असे अनुमान निघत. लगाम आणि चाबूक या दोही आयुधांचा उपयोग नित्य होत असतो असाच बोध यावरून घ्यावा लागतो. या दोनही प्रकारच्या तंतूत जे नित्य चेतन चालू असते त्याला **संतरस्व**[1] समुत्साह म्हणतात. सं म्हणजे सम्यक् चांगली आणि तरस्व म्हणजे तरतरी. येथे चांगली म्हणजे कार्यक्षमता आणून देण्याच्या धोरणाने चांगली. प्रतिकारुणिक आणि कारुणिक तंतूतील ही तरतरी परावर्तनाने उत्पन्न झालेली असते. या परावर्तनाचे आयातमार्ग कोणत्याही इंद्रियातील असू शकतात. परंतु मुख्यतः रक्तवाहिन्यातील मांसतंतूतून मेंदूकडे चेतना वाहण्याचे ते मार्ग असतात यात शंका नाही. मांसपिंडाचे श्रम करीत असताना आणि भावना उत्कट झाल्या असताना जो त्या त्या इंद्रियाकडे जादा रक्तपुरवठा होतो तो अशा वाहिनीगत तंतूंच्याद्वारा होणाऱ्या परिवर्तनाने होतो असे समजले पाहिजे. नवजात बालकाची हृद्-स्पंद-त्वरा १३० ते १४० असते. त्यावेळी विगूढेत चेतना नसतात. त्या जीविताच्या पहिल्या १०,१५ दिवसात हळू हळू उत्पन्न होतात.

1 Balanced tone.

हृदयाला जाऊन मिळालेले प्रतिकारुणिक व प्रकारुणिक चैतनतंतू त्यापासून तुटक केले तर हृदयाची कंप्रता (स्पंदिता) बरीच वाढते. भावना उत्कट झाल्या असता प्रकारुणिक तंतूंना उत्तेजन मिळते. अशा वेळी त्यांचा हृद्-संबंध ठीक असून प्रतिकारुणिक तंतू बधिर केलेले असले तर हृदयाची कंप्रता आणखी वाढते. मन शांत असताना विगूढासंबंध ठीक असले आणि प्रकारुणिक-संबंधही ठीक असले म्हणजे विगूढातरीष प्रकारुणिकापेक्षा अधिक प्रभावी ठरतात. हृदयाची कंप्रता कमी होते. **श्रम करीत असताना विगूढा–चेतनामुळे दोन संकोचना-मधील कालावधी लांबतो.** ही गोष्ट एकंदरीत मांसाच्या कार्यक्षमतेला उपकारकच ठरते. कारण हृदयाचे विस्फारण भरपूर होते. याच वेळी भरपूर रक्त हृदयात येते इतकेच नव्हे तर हृन्मांसात रक्त खेळून त्यास भरपूर पोषण मिळण्यास अवसर सापडतो. असे झाल्यामुळे मांसबळ वाढते. तुटक विचार केल्यास प्रतिकारुणिक आणि कारुणिक चैतनतंतू एकमेकांचे विरोधी असतात असे वाटते. परंतु वस्तुतः तसे नसून ते एकमेकांचे सहकारी[1] असतात. विगूढा तंतूत वाहणाऱ्या प्रतिकारुणिक चेतना हृदयाला विश्रांती देऊन त्याचे बळ आणि कर्तृत्वही वाढवितात.

1 Synergic.

जेव्हा माणूस मोठ्या श्रमाचे काम करतो तेव्हा त्याच्या कांकालिक मांसाला विश्रांतिकालातल्यापेक्षा पुष्कळच अधिक रक्तपुरवठ्याची गरज करते. **मांस-पिंडातून मध्यवर्ती चैतनव्यूहाकडे चेतना नेणारे आयापक मांसतंतू दोन प्रकारचे असतात, काही केवळ हालचालीने चेतावले जातात, तर काही रासायनिक घटना-विशेषाने चेतावले जातात.** पहिले यामिक[1] व दुसरे रासायनिक-आयापक[2] होत. या दोनही प्रकारच्या चेतनांच्या परावर्तनाने हृदयाची क्रिया वाढते. विगूढातरस्व कमी होते आणि प्रकारुणिक तरस्व वाढते. परिणामी कांकालिक मांसाला अधिक रक्त मिळते. येथे चेतनारंभ ज्या आयापक तंतूत होतो त्यास बाह्य आयापक[3] म्हणतात. कांकालिक मांसपेशींना बाह्य इंद्रिये समजतात कारण त्यांचा संबंध बाह्य जगातील जिनसांशी येतो.

1 Mechanical. 2 Chemo-receptors रसायापक.
3 Exteroceptors.

चैतनतंतूत बाह्य आयापक तसे अंतरायापकही असतात. स्वतः हृदय, पल्मन् , आतडी ही अंतरिंद्रिये होत. रक्तवाहिन्यांचा व्यूह अंशतः कांकालिक मांसात पसरलेला आहे, तसा तो अंतरिंद्रियातही आहे. त्याचा प्रमुख भाग हृदय. याची गणना अंतरिंद्रियात केल्यामुळे सबंध वाहिनीव्यूहाची गणनाही अंतरिंद्रियात करतात. वाहिनीव्यूहाच्या घटनेत मांसाचा अंतर्भाव असून त्यापासून निघणारे आणि त्यास येऊन मिळणारे आयापक निर्यापक चैतनतंतूही आहेत. एकंदर अंतरिंद्रियातील आयापक चैतनतंतूना अंतरायापक म्हणतात. **वाहिनीव्यूहातील आयापकात सुद्धा दोन प्रकार** आहेत, **यामिक आणि रासायनिक. यातील यामिकात दोन पोटप्रकार आहेत, एक दाबाच्या चेतना वाहणारे आणि दुसरे इतर चेतना वाहणारे**. दाबाच्या चेतना वाहणारे तंतू ते दमनायापक होत. प्रवाहिन्यातील **दमनायापक तंतूतून जाणाऱ्या चेतनांच्या परावर्तनाने विगूढामर्माला उत्तेजन मिळते आणि प्रकारुणिक मर्माला निस्तेजन मिळते**. परिणामी हृदयाची क्रिया कमी होते. जोर कमी होतो आणि कंप्रताही कमी होते. याही प्रसंगी परिणामदृष्टचा विगूढा व प्रकारुणिक तंतू याच्यामधे सहकारिताच अनुभवास येते. विगूढातरस्व[1] वाढते आणि प्रकारुणिक तरस्व[2] कमी होते.

1 Vagal tone. 2 Sympathetic tone.

प्रवाहिन्यातील दाब वाढला असता होणारे परावर्तन आता सांगितले त्याने तो दाब कमी होतो. याच्या उलट जेव्हा प्रतिवाहिनीतील दाब वाजवीपेक्षा अधिक होतो तेव्हा तेथील आयापक तंतूच्या द्वारा जे परावर्तन घडते त्याने विगूढातरस्व

कमी होते आणि प्रकारुणिक तरस्व वाढते. परिणामी हृदयक्रिया वाढते आणि प्रतिवाहिन्यातील रक्ताची गर्दी कमी होते. आता सांगितले हे तीनही परिणाम शरीराची सुस्थिती राखणारे आणि ती बिघडविणारे विकार घालविणारे आहेत हे ध्यानात आलेच असेल. हृदयक्रियांचे नियमन परावर्तनांनी होते तसे ते प्रवाहि-न्यांच्या क्रियांचे होते. दोनही परावर्तने एकमेकाशी सुसंगत असतात. यासंबंधी काही विवेचन पुढे करण्यात येईल.

एकाद्या प्रसंगी असे घडते की पोटावर मोठा ठोसा बसतो आणि तावडतोब माणसाचा प्राण जातो. ठोसा तितका मोठा नसला तर हृदय काही काळ मंदावते किंवा बंदही पडते पण थोड्या वेळात ताळ्यावर येते. अशा प्रसंगी **मोठा धक्का** अंत्राच्या मांसास बसलेला असतो. यातून जे आयापक तंत मेंदूकडे जातात त्यांच्या द्वारे चेतनांचे परावर्तन होऊन **विगूढा चेतनीस उत्तेजन** मिळते पण तीच स्वतः प्रतीरक असल्याने हृदयातील स्वाभाविक चेतनाही नाहीशा केल्या जातात आणि त्याची क्रिया थांबते, किंवा धक्का कमी असल्यास मंदावते. उदराचे तट उघडून जेव्हा आतील इंद्रियावर शस्त्रोपचार करतात तेव्हा अगोदर अँट्रोपीन नामक औषधाने विगूढातंतू बधिर करून टाकतात. असे केल्याने अनिष्टकारक परावर्त-नाचा संभव रहात नाही.

वर रसायनायापक असा उल्लेख केला आहे. त्यांचे अगदी साधे उदाहरण म्हणजे **श्रम करीत असताना** मांसात उत्पन्न होणाऱ्या मलाचे घेता येईल. कार्बनिक अम्ल तक्रिक अम्ल आणखी काही मलद्रव्ये उत्पन्न होतात या द्रव्यांच्या केवळ विशिष्ट रासायनिक घटनेमुळेच मेंदूतील श्वसन आणि अभिसरणासंबंधी मर्मावर परिणाम घडत असतात. श्रम करीत असताना उष्णता उत्पन्न होऊन तपमान वाढते. त्याचाही परिणाम हृदयाची कंप्रता वाढण्यात होतो. **श्रमोद्भव मलामुळे विगूढेचे तरस्व कमी होते.** हा अम्मल कमी झाल्याने हृदयक्रिया बळावते आणि त्वरावते. व्यायामासंबंधी विशेष विवेचन पुढे करावयाचे आहे. तेथे यासंबंधी अधिक विचार केला जाईल.

शरीरात काही पिंड असतात त्यातून रासायनिकदृष्ट्या विशिष्ट द्रव्ये उत्पन्न होत असून त्यांचा शरीरातील घडामोडीवर विशेष प्रभाव पडत असतो. त्यांना संधुक्ष[1] असे नाव दिले असून त्यावर स्वतंत्र प्रकरणे लिहिली आहेत. संधुक्षांखेरीज दुसरीही काही द्रव्ये रक्तात नेहमी खेळत असून त्यांचा हृदयक्रियेवर विशेष परिणाम होतो. त्यापैकी $Ca^{\circ\circ}$ व K° या रेणुदलांना विशेष महत्त्व आहे. **हृदयाभोवतालच्या द्रवात जर $Ca^{\circ\circ}$ ची संहती[2] वाढती तर प्रकारुणिक**

तंतूतून चेतना मिळाल्यासारखा परिणाम हृदयक्रियेवर होतो. हृदयक्रिया त्वरावते आणि वळावते. उलटपक्षी त्याच द्रवात K° ची संहती वाढली तर विगूढा तंतूतून चेतना मिळाल्यासारखा परिणाम होतो, प्रतीरण होते, हृदयक्रिया मंदावते आणि दुर्बल होते. खूप रक्तविनाश झाला असता किंवा अधिवृक्कपिंडाच्या कवचास अपाय झाला असता K° दलांची संहती वाढते. परिणामी हृदयक्रिया बिघडते.

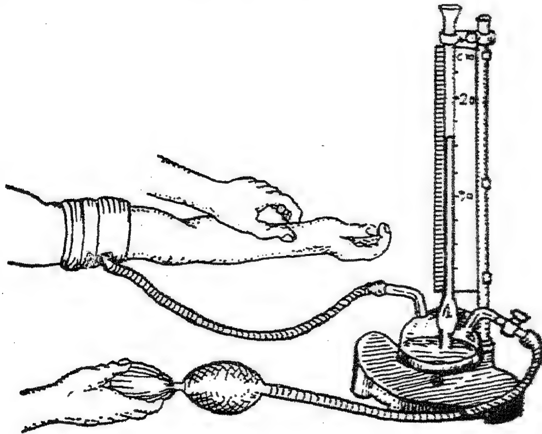
1 Harmones.. 2 Concentration.

प्रेम, हर्ष, शोक, भय अशी कोणतीही **भावना विशेष उत्कट** झाली असता हृदयात धडधड होते, ही गोष्ट सर्वांच्या अनुभवाची आहे. **विगूढानिस्तेजन** व प्रकारुणिक उत्तेजन होत असल्याचा हा परिणाम आहे. अशी गोष्ट का पडत असावी यासंबंधी उपपत्ती अशी सांगतात की, या सर्व गोष्टीबरोबर कित्येक पिढ्यांपूर्वी माणसाची शारीरिक चळवळ पुष्कळ वाढत असे. या वाढीचा साहजिक परिणाम हृदयक्रिया वाढणे हा आहे. हा **परिणाम संवर्तनाचा** आहे. संवर्तनापैकी सहज वर्तन गळून गेले तरी जोडवर्तन राहते, तशी ही गोष्ट होऊन राहिलेली आहे. काही रुग्णांच्या बाबतीत औषधांच्या परिणामांच्या संबंधी संवर्तन घडून आल्याचे अनुभवास आले आहे. अफूतील सत्त्व टोचून अंगात भरल्याने गुंगी येते तशीच गुंगी, पुनः पुनः औषध दिल्यानंतर मधेच एकाद्या दिवशी औषधावाचून बाकी सगळ्या गोष्टी केल्यानेही तोच परिणाम होतो असे आढळले, म्हणजे ते संवर्तन झाले म्हणावयाचे. प्रेम हर्ष शोक इत्यादिकांचे परिणाम पूर्वीच्या पिढ्यातच पक्के होऊन उपजत बुद्धीच्या वर्तनासारखे झाले आहेत.

हृदयाचे आरोग्य आणि एकंदर शरीराचे आरोग्यही ठीक असल्याचे एक चिन्ह हृदयाची स्पंदत्वरा योग्य मर्यादेत असणे हे आहे. श्रम करीत असताना ही त्वरा वाढते. तेव्हा विश्रांतीच्या अवधीतच ती मोजणे योग्य आहे. श्रम अतिरिक्त झाले तर ही त्वरा तास नि तास पूर्वपदावर येत नाही. पण तसे नसल्यास सामान्य श्रमानंतर १५।२० मिनिटांनी ती पूर्वपदावर येते. एका मिनिटात ७० ते ८० ही सामान्य मर्यादा समजतात. ६० च्या पेक्षा कमी अतिमंदता आणि ८५ च्या वर अतिशीघ्रता समजतात. शीघ्रता ही ताप आल्याने उत्पन्न होते. विगूढातरस्व कमी होऊन प्रकारुणिक तरस्व वाढल्याचे ते चिन्ह आहे. शीघ्रता श्रमाने येते, तापाने वाढते तशी भावनोद्रेकानेही वाढते. थोडकीशी वाढ पचनेंद्रिये विशेष काम करीत असताना होते. अति उत्कट वेगाने ३,४ मिनिटे धावणे असा (महा) व्यायाम जर एकाद्या अनभ्यस्त माणसाने केला तर त्याची स्पंदत्वरा २०० पर्यंत वाढते. सहसा अधिक होत नाही. अभ्यस्त माणसाने जर हाच व्यायाम केला तर त्याची त्वरा २६०

पर्यंत वाढू शकते. **व्यायामाला सरावलेल्या माणसाची नित्याची स्पंदत्वरा मात्र सामान्य अनभ्यस्तापेक्षा बरीच कमी झालेली असते. ती ४० च्या सुमारात असते.** हृदयपुटाचे त्याचे कोठे इतके वाढलेले असतात की थोडक्या स्पंदत्वरेने त्याचे नेहमीचे काम भागते. विशेष प्रसंगी विशेष त्वरावाढ करून घेण्याचे सामर्थ्यही त्याच्या अंगी येते. श्वसनत्वरा स्पंदत्वरेपेक्षा पुष्कळ कमी असते. एका श्वसनकाळात अनेक स्पंद होतात. **श्वास घेताना होतात त्यापेक्षा श्वास सोडताना स्पंद कमी होतात. विगूढा-तंतूमधील तरस्वाचा हा परिणाम असतो.** हा फरक लहान वयात विशेष स्पष्ट असतो. नंतर तो कमी होत जातो.

आरोग्यपरीक्षेमधे रक्तदाबाच्या मापनास अलीकडे बरेच महत्त्व प्राप्त झाले आहे. पूर्वी अभिसरणाविषयी बऱ्याचशा गोष्टी नाडीपरीक्षेवरून समजून घेत असत. केवळ बोटाने केलेल्या नाडीपरीक्षेने रक्ताचा दाब समजतो पण त्याचे माप सांगता येत नाही. आधुनिक साधनसाहित्याने दाबाचे माप सांगता येते, हा मोठा फायदा आहे. दंडातून जाणाऱ्या प्रवेतील रक्ताचा दाब पाहण्याची वहिवाट आहे. **स्पंदमापक**[1] साधनाला एक चिवट पिशवी जोडलेली असते. तिला एक विनतणाऊ वेष्टणही असते. ही पिशवी दंडाभोवती गुंडाळून बांधून टाकतात. या पिशवीत हवा भरावयाची असते ती दाबमापकाच्या फुग्यातूनच पिशवीत जाते. पिशवीतल्या हवेचा दाब आणि मापकातील नळीबाहेरच्या पाण्यावरील दाब एकच होतो. दाब वाढवता वाढवता मनगटावर नाडीचा कानोसा बोटाने घेता येतो. असे करता करता नाडी बंद पाडण्यास दाब किती लागतो तो मोजता येतो. नळीतील पाऱ्याच्या स्तंभाशी आकडे मांडलेले असतात. एकदा बंद पाडायला किती दाब लागतो ते पहावयाचे आणि एकदा उलट दाब ओसरू देऊन नाडी चालू होऊ देण्यास किती दाब लागतो ते पहावयाचे. अशारीतीने



आ० ५२·५ रक्तस्पंदमापक

नेमका दाब जाणता येतो. दोनही अंक खरोखरी एकच आले पाहिजेत, नाहीतर मध्यममान घ्यावयाचे. हे दमनदर्शक **अंक हृदय-संकोचाच्या दाबाचे** असतात. त्यांना तुलनात्मक किंमत येण्यास ते **विश्रान्तस्थितीतच घेतले पाहिजेत.** वयोमानाने ते अंक असे :–

वय वर्षे २०, ४०, ५०, ६५. ⎫ मांसाहारी लोकात बहुधा हे अंक
दमन mm. ९०, ११५, १२०, १५०. ⎭ १० mm नी अधिक असतात.

1 Sphygmomanometer.

दमनमापन करताना नाडीवर बोट ठेवण्यापेक्षा बाहवा प्रवेचाच जो कोपराजवळचा प्रबाहूत उतरलेला भाग त्याजवर श्रवणनळीचे विस्तृत अग्र ठेवले असता नाडीविषयी अधिक बोध होऊ शकतो. याप्रमाणे ठेवून कानोसा घ्यावा आणि पिशवीमधे हवा भरीत रहावे. दाव वाढत जातो. असे होता होता एकदम धस् धस् आवाज ऐकू येतात. ते ऐकू येण्यास किमान दाब किती पाहिजे ते पाहून ठेवावे. मग हवा आणखी भरावी. दाब वाढत जातो आणि काही वाढ झाल्यावर नाडी बंद पडते. हा दाब किती ते पाहून घ्यावे. पहिला दाब जो मोजला गेला तो विस्फारी दाब होय. त्याला न जुमानता श्रवणीखालून रक्त प्रबाहूत घुसत असते. नंतर मोजला गेला तो दाब संकोची दाब होय. त्याने पिशवीतील हवेचा दाब त्याच्या बरोबरीचा झाल्याने पुढे रक्त जाणे थांबते. या पद्धतीने संकोची आणि विस्फारी असे दोनही प्रकारचे दमनदर्शक अंक मिळतात हा मोठा लाभ आहे. विस्फारी[1] दाब संकोची[2] दाबापेक्षा कमी असल्यामुळे श्रवणीखालून रक्त रेटून जाऊ शकते.

विस्फारी दाब :– वय वर्षे २०, ४० नंतर वयपरत्वे दाब वाढत
दमन mm. ६०, ७५ नाही. क्वचित् कमी होतो.

1 Diastolic. 2 Systolic.

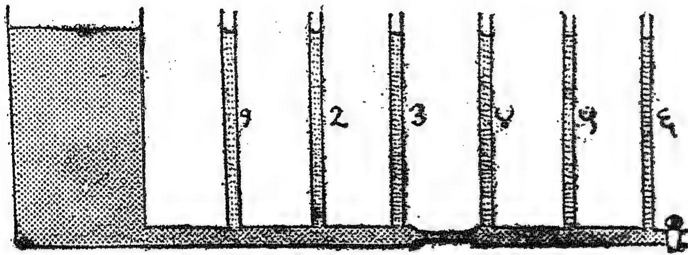
हृदयाच्या संकोचनाने रक्त प्रवाहिन्यात जात असते. प्रवाहिन्या इतक्या लुल्या नाहीत की त्यात हवे तेवढे रक्त मुकाट्याने रहावे, किंवा त्या इतक्या कडकही नाहीत की त्यात रक्त आल्या पावली पुढे चालते राहावे. भरती झालेले रक्त आत घेण्याकरता प्रवाहिन्यांचा कोठा थोडा वाढू शकतो. मग भरती थांबली म्हणजे प्रवाहिन्यांचेही संकोचन होऊन रक्त पुढे चालू राहते. हृदयाच्या संकोचनकाली प्रवाहिन्यात आदा झालेले रक्त हृदयाच्या विस्फारणकालीही पुढे चालू राहते. प्रवाहिन्यांचा चिवटपणा (स्वाग्रह) हे त्याचे कारण असते. संकोची दाब आणि विस्फारी दाब यातले जे अंतर त्यास **नाडीदाब**[1] म्हणतात. त्यावरून

प्रवाहिन्यांच्या बऱ्यावाईट स्थितीची कल्पना येऊ शकते. वाढत्या वयाने प्रवाहिन्यांचा चिवटपणा कमी होत जातो, त्या कडक होत जातात. त्यातून रक्त रेटण्यास अधिक दाब लावावा लागतो. हृदयाने तेवढा दाब दिला म्हणजे अभिसरण नीट चालते पण हृदय उत्तरोत्तर थकत जाऊन ती गोष्ट कमी पडत जाते. काही दिवस संकोची दाब व विस्फारी दाब दोनही वाढतात, नाडीदाब वाढत नाही. नंतर संकोची दाब वाढतो विस्फारी वाढत नाही, त्यानंतर दोनही उतरतात. हे अभिसरण कोते पडल्याचे लक्षण आहे.

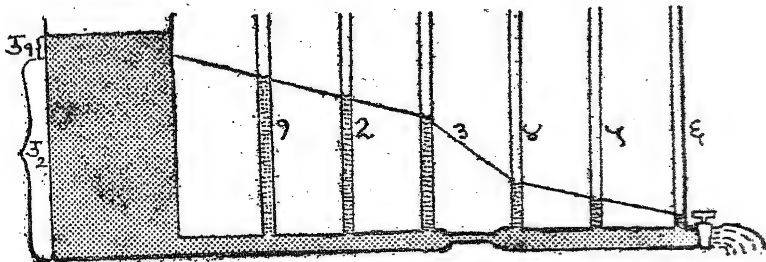
1 Pulse pressure. स्पंददाब, स्पंददमन.

एकाद्या कोठेदार रुंद भांड्याच्या तळाला आडवी नळी जोडावी. नळी मध्यंतरी चिमटावी. चिमटीच्या मागे पुढे थोडथोड्या अंतरावर उभ्या नळ्या जोडाव्या. शेवटी

I



II



आ० ५२·६ जलकोश अपिजलवाहिन्या. बिनवाहते आणि वाहते पाणी.
वाहिकेतील चिमटीचा परिणाम.

तोटी असावी. भांड्यात पाणी भरून तोटी खुली करावी म्हणजे पाणी वाहू लागेल आणि ठिकठिकाणच्या उभ्या नळ्यात वेगवेगळ्या उंचीपर्यंत चढून राहील. चिमटीच्या अलीकडे आणि चिमटीच्या पलीकडे एकदम मोठा उतार पडेल. इतरत्र उतार कमी पण एकसर राहील. चिमटी नसली तर उतार थेटपर्यंत एकसर राहील. हृदयापासून प्रतिवाहिन्यापर्यंतच्या अर्ध्या अभिसरणव्यूहाची ही अतिसंक्षिप्त प्रतिकृती आहे. रुंद भांडे हृदयदर्शक आहे. उभ्या नळ्या दाबमापके आहेत. आडवी नळी प्रवाहिनीदर्शक आहे. चिमटी उपप्रवादर्शक आहे. प्रवाहिन्या आणि परिवाहिन्या यांच्या मध्ये ज्या प्रवाशाखा असतात त्या उपप्रवा[1] होत. त्यांचे वेज बारीक असून ते कमीजास्ती होण्याचा आवाका इतरत्र असतो त्यापेक्षा पुष्कळ मोठा असतो. महाप्रवेत जो रक्तदाब असतो त्यापेक्षा मनगटावरील नाडीतील रक्तदाब केवळ २ ते १० m m नीच कमी असतो. पुष्कळसा दाब उपप्रवामधेच खर्च होतो. रक्ताची शक्ती हृदयसंकोचनाने उत्पन्न झालेली असते ती रक्ताला वेग देणे आणि वाहिनीतटावर दाब देणे अशा दोन कामी खर्च होत असते. **वेगासाठी लागणारी शक्ती अल्प असते. तटदमनाकरताच शक्तीचा बहुतांश खर्च होत असतो. रक्तदाब मोजतात तो तटदाबच असतो.** नळीमधून द्रव वाहण्याला नळीतटांचा स्वाभाविक विरोध असतो. विरोधावर मात करणारा जोर तोच दाब.

1 Arterioles.

पशूवरील प्रयोगावरून रक्तवाहिन्याच्या **व्यूहाच्या वेगवेगळ्या भागात रक्तवहनास जो विरोध असतो त्याची विभागणी** अनुभवास आलेली आहे ती अशी:– प्रवा २०, उपप्रवा ५३, परिवा १७, आणि प्रतिवा १० टक्के. **प्रवाहाचा वेग** पाहू जाता असे लक्ष्यात येते की, वाहिनीचे पात्र जसजसे मोठे तितका वेग कमी होत जातो; कारण एकच रक्तराशी सर्वत्र वहात असतो. हे पात्र म्हणजे प्रवाहदिशेच्या काटकोनातील वाहिनीच्या त्या ठिकाणच्या वेजाचे क्षेत्र; प्रस्तुत प्रसंगी वाहिनीव्यूहाच्या वेजाचे संकलित क्षेत्र होय. वहनास विरोध तटघर्षणाने होतो. उपप्रवांची संख्या पुष्कळ मोठी आणि लांबीही बरीच असते. तितकी मोठ्या प्रवांची नसते. त्यामुळे उपप्रवामधे विरोध फार होतो, तितका तो मोठ्या प्रवामधे होत नाही. विरोधाच्या मानानेच दाब खर्च होतो. परिवांची संख्या उपप्रवांच्या कित्येक पटींची असते. परिवांचे संकलित वेज उपप्रवांच्या संकलित वेजाच्या दोन चारशे पट असते. त्यामुळे परिवातील रक्तवेग फार थोडा असतो. परिवांची लांबी थोडी आणि त्यातील रक्तवेगही अल्पच, त्यामुळे त्यात वहनविरोध थोडाच असून दाबाचा उतारही थोडाच असतो. फुप्फुस व्यूहाचा विस्तार कमी म्हणून त्याचा

वहनविरोध कमी १/५ ते १/६ इतका असतो आणि रक्तदाबही त्याच मानाने कमी असतो. महाप्रवेपासून परिवापर्यंत वाहिनीव्यूहाचे पात्र विस्तार पावत जाते आणि तेथून महाप्रतिवापर्यंत कमी होत जाते. वेगाची गोष्ट त्याच्या उलट होते. वेग परिवापर्यंत कमी कमी होतो आणि महाप्रतिवापर्यंत वाढत जातो.

अभिसरणव्यूह दुहेरी असतो हे येथे ध्यानात ठेवले पाहिजे. उजव्या विसर्जकातून बाहेर पडणारे रक्त शेजारीच पल्मनात जाऊन डाव्या आदायकात परत येते. हा फेरा अगदी लहान असतो यासच पल्मन्य-अभिसरणव्यूह[1] म्हणतात. दुसरा फेरा पुष्कळ मोठा असतो त्यास **सार्वत्रिक-अभिसरणव्यूह[2] म्हणतात.** तो डाव्या विसर्जकापासून सुरू होऊन उजव्या आदायकात संपतो. या वाटेने रक्त सर्व शरीरभर जाते, ते त्या त्या अवयवास अन्नविपाक पुरवते आणि तेथून मळ आणते. या परिपोषात स्वतः पल्मनाचाही समावेश असतो. श्वसनागामी म्हणून ज्या प्रवा असतात त्या पल्मन्य गात्रपोषक असतात. तेथून येणारे काही श्वसनानिर्गामी प्रतिवाहिन्यात येते तर काही प्रतियुगी शिरामध्ये उतरते. (भाग १ पृ. ४३३ पहा)

1 Pulmonary circulation. 2 Systemic circulation.

भरपूर जेवण झाले म्हणजे सुस्ती येते, बुद्धीचे काम करवत नाही. या गोष्टीचे कारण असे असते की, जेवणानंतर लगेच, किंबहुना जेवता जेवताही पचनेंद्रियातील उपप्रवा विस्फारित होतात, त्यांची वेजे वाढतात. त्यांच्यात विश्रांत वेळेत त्यापेक्षा कितीतरी पट रक्त वाहू लागते. हा परिणाम इष्टच असतो. पचनेंद्रियांना रक्त पाहिजेच असते. पण दुसरा परिणाम तितका इष्ट नसतो. तो म्हणजे मेंदूकडे जाणारे रक्त कमी पडणे हा होय. यामुळेच तर सुस्ती येते. तेव्हा योग्य गोष्ट हीच की, सुस्ती आली तर चालेल अशाच वेळेला भरपूर जेवण जेवावे. गंभीर शारीरिक अपघात घडतो तेव्हा रक्ताची विषमविभागणी घडते, उदराच्या रक्तवाहिन्यांपैकी उपप्रवा अगदी सैल सुटतात. एकंदर शरीराच्या रक्तातला तीनचतुर्थांश उदरातच उतरतो. इतर शरीराला राहिलेला चतुर्थांश अगदी अपुरा असतो. मनुष्य घायाळ होतो. त्याला **संन्निपात[1]** झाला आहे असे म्हणतात. या प्रसंगी रक्ताचा दाब ५० mm नी उतरतो. हृदयाचा पुरवठाही कमी होतो. त्यामुळे रक्ताचा दाब वाढविणेही शक्य होत नाही. अशा प्रसंगी रक्तात लवण-विद्रवाची भर घालून रक्तदमन ताळ्यावर आणतात आणि वेळ निभावून नेतात. याच्याउलट कोणत्याही कारणाने उदरातील उपप्रवा आकुंचित केल्या गेल्या तर त्यातील रक्तवहनास विरोध वाढतो आणि रक्ताचा दाबही वाढतो. तो २०० पर्यंत देखील चढण्याचा संभव असतो.

1 Shock.

उपप्रवांचे वेज लहानमोठे झाल्याने उदराच्या बाबतीत होतात **तेच परिणाम त्वचेच्या बाबतीतही** होतात. ते तितक्या तीव्र स्वरूपाचे नसतात इतकेच काय ते.

उदरतटाच्या उपप्रवा सैल सुटल्याने जी आपत्ती ओढवते तीच कोठूनही शरिरातील बरेचसे रक्त बाहेर निघून गेल्याने ओढवते. अपघाताने वाहिन्या तुटून रक्तमोक्ष होतो किंवा उपचारार्थ रक्तवाहिन्या तोडल्या जातात तेव्हा तीच गोष्ट घडते. रक्तदाब उतरतो आणि द्रव रक्तात भरणे अवश्य होऊन बसते. वाहत्या रक्तास वाहिनीतटांचे घर्षण हेच मुख्य विरोध कारण असते. तथापि रक्तकणांचा आपसातील संघर्ष हे दुसरे विरोधकारण संभवते, परंतु हा संघर्ष पहिल्या तटसंघर्षाच्या मानाने अत्यल्प असतो म्हणून ते उपेक्षणीय असते. प्रत्येक श्वास आत घेताना रक्तदमन किंचित् वाढते आणि श्वास सोडताना कमी होते हे हेलकावे सुद्धा अल्पच असतात. प्रतिवाहिनीव्यूह परिवांच्या शेवटी सुरू होतो. तेथे रक्तदमन ७ ते १४ mm. पर्यंत असते. हृदयाने दिलेल्या शक्तीचा हा शेष असतो. श्वास आत घेताना वक्षोदेशात रक्तदाब वातावरणाच्या दाबापेक्षा (७६० mm पेक्षा) ४ ते ७ mm ने कमी असतो. श्वास सोडताना तो ३ ते ५ mm ने कमी इतका चढतो. हृदयाच्या आदायकपुटांचे तट पातळ असतात. त्यांच्यावर या कमी दाबाचा परिणाम होतो. हृदयात बाहेरून अर्थात् प्रतिवाहिन्यातून रक्त ओढले जाते.

कांकालिक स्नायूची हालचाल अभिसरणास विशेष अनुकूलता उत्पन्न करते ती अशी : स्नायुप्रदेशात ज्या प्रतिवाहिन्या असतात त्यात ठिकठिकाणी वल्ले असतात. कांकालिक मांसाची हालचाल होत असताना तेथे रक्त पुष्कळ येते. ते हृदयाकडे ढकलण्यास या हालचालीचा उपयोग होतो. वल्लामुळे रक्त उलट दिशेने सरकण्यास प्रतिबंध होतो. अर्थात् असे होण्यास मांस वरचेवर घट्ट व शिथिल होत राहिले पाहिजे. उभे राहण्यापेक्षा चालण्यामधे हा उपकारक परिणाम चांगला घडून येतो. शरीर उभे असताना हृदयाच्या खालच्या भागात रक्त बऱ्याच अंशी उतरते. प्रवा-प्रतिवा दोनहीवर ताण पडतो. प्रवा प्रतिवांपेक्षा अधिक बलवान असतात. त्या फुगत नाहीत प्रतिवा थोडचाशा फुगतात. रक्त वर सरकवून देण्याच्या कामी त्यांना वल्लयोजना आणि मांसचलन यांचे साहाय्य असते. श्वास घेताना छाती फुगवल्याने रक्त वक्षोदेशात ओढण्यास मदत होते आणि श्वास बाहेर टाकताना महापटल उदरातील इंद्रियावर दाबला गेल्यामुळे तेथील रक्त वर वक्षोदेशात लोटण्यास मदत होते. या सर्व गोष्टी एकमेकींच्या मेळात आहेत तोवर अभिसरण ठीक चालते, अन्यथा बिघडते. मध्यममान प्रतिवामध्ये रक्तदमन

सुमारे ५ mm असते. ते १० पर्यंत वाढल्यास परिवामधून वाजवीपेक्षा अधिक द्रव बाहेर पडते. उलट ते १, २ mm पर्यंत उतरले तर हृदयात रक्त उतरण्यास जोर रहात नाही आणि प्रतिवामधे तुंबारा होतो.

हरएक गात्राला रक्त मिळते ते परिवाहिनी द्वारा मिळते. परिवाहिनीची लांबी ४ mm. पेक्षा अधिक नसते आणि वेज म्हणाल तर ०.००७ mm पेक्षाही कमी असते. १ mm^3 रक्ताला एका परिवाहिनीतून जाण्याला कित्येक तास लागतात. तथापि एवढयाच आकाराच्या कार्यकारी गात्रात दोन तीन हजार परिवाहिन्या असतात. प्रवा आणि परिवा यांच्यामधे उपप्रवा[1] असतात, इतकेच नव्हे तर बहुतेक उपप्रवा आणि परिवा यांच्यामधे उपपरिवा[2]सुद्धा असतात. प्रवातटात मांसतंतू असतात, उपप्रवातटातही मांसतंतू असतात. त्यांच्या वेजाच्या मानाने पाहता प्रवापेक्षा उपप्रवातटात मांसतंतूंचा भरणा पुष्कळ असतो. उपप्रवातटा हे मांसतंतू वाटोळे वेजाभोवती दाटीने रचलेले असतात. त्यामुळे त्याचे एक कंकणच झालेले असते. हे कंकण आकरसल्याने वेज बहुतेक बंद होते. परिवांना मांस नसते. उपपरिवांना उपप्रवाप्रमाणेच पण पुष्कळ कमी मांस असते. मांस नसले तरी परिवांची वेजे खुली होऊ शकतात आणि प्रसंगी बुजतातही. परिवांचे तट अंतरपिस्तरपेशिकांच्या एकेरी थराने रचलेले असतात. या पेशिकांच्या बाहेर अन्यपेशिकापर्यंत पेशिकांतरीय द्रव्य असते. स्वतः पेशिका भोवतालच्या द्रवघटनेनुसार आकरसतात किंवा फुगतात. त्यामुळे त्यांच्यात फटी उत्पन्न होतात. याविषयी नेमकी माहिती अद्याप मिळालेली नाही. **उपप्रवा व उपप्रतिवा या त्यामध्ये रक्त सोडणाऱ्या किंवा थांबवणाऱ्या तोटचा आहेत** असे मात्र निश्चित आहे. तोटीला पाहिजे तर **दमयन्ती** म्हणता येईल.

1 Arterioles. 2 Precapillaries.

हृदयाला केव्हा केव्हा **रक्ताशय** म्हटलेले आढळते. आशय म्हणजे संग्रहाची जागा. त्या अर्थी हृदय हा रक्ताशय नव्हे. तथापि त्यात पुष्कळसे रक्त एकदम आढळते आणि ते अविभक्त असते म्हणून तसे म्हटले गेले आहे. यकृत हा हृदयापेक्षा पुष्कळ मोठा पिंड असतो त्यात हृदयात असते तितकेच काय पण अधिकही रक्त एका वेळी असेलही. त्यासही रक्ताशय म्हणणे बरोबर नाही. यकृतात रक्त येण्याजाण्याच्या वाटा असतात आणि त्यातून ये जा चालू असतेही. परंतु सगळे रक्त असे त्यातून सरकत नाही. काही भाग बाजूस राहतो आणि फार मंदपणे सरकतो. प्लीहा हा हृदयापेक्षा थोडा लहान पिंड असतो. त्यात रक्त पुष्कळ असते. ते मात्र पुष्कळ अंशी बाजूला पडल्यासारखे असते खरे. प्लीहेत

अपट्टमांसतंतू असतात. ते **ढिले असताना प्लीहेत पुष्कळसे रक्त पडून राहिल्यासारखेच असते.** मांस आकरसले म्हणजे ते रक्त इतर रक्तप्रवाहात सामील होते. श्रम करीत असताना अशी गोष्ट घडून येते. **इतर रक्तापेक्षा या थबकलेल्या रक्तात रक्तपेशिका २० ते ४० टक्के अधिक असतात. त्वचेत** सुद्धा वाहिनी-**जालकाच्या काही भागात रक्त सहजासहजी हालत नाही, केवळ प्रसंगविशेषी** हालते. या रक्तास बाजूस सोडून इतर रक्त चालू राहते. त्वचेत काही ठिकाणी प्रवांच्या मध्यस्थीशिवाय थेट प्रवाप्रतिवा संगम असतात. त्यामुळेही काही रक्त बहुधा बाजूस पडून राहते.

म्हणावयाचाच झाला तर **सर्वात मोठा रक्तसंचय परिवाव्यूहातच** असतो. काही परिवांना मुक्या शाखा असतात. त्यात रक्त पडून राहू शकते. त्या शाखा आकरसून ते रक्त पुनः मुख्य परिवाबुंधात सामील होऊ शकते. काही परिवांना मोठमोठ्या फुगवट्या असतात त्यात असाच हुकमी रक्तसंचय होऊ शकतो. काही परिवा जुळ्या असतात. त्यातल्या एका भागात रक्त राहू शकते. परिवा स्वतः सर्वशः फुगीर असतात. त्यांच्या फुगीर भागात रक्त साचून फक्त मध्य भागातूनच प्रवाही राहू शकते. **यकृतात होणारा संचय फुगवटीतल्या संचयासारखा तर प्लीहेतला संचय विभागातल्या संचयासारखा असतो.**

उपप्रतिवा व उपप्रवा यांच्या तटात अपट्ट मांस असते. त्याचा विशेष असा असतो की ते त्याचे संकोचन तास नि तास टिकून राहू शकते. त्यास तरस्व असे म्हणतात. तरस्व म्हणजेच तरतरी. अशी तरीतरी असताना वाहिन्यांचे वेज बुजाल्यासारखेच असते. रक्ताच्या मोठ्या दाबानेही ते खुले होत नाही. तरस्व उतरले म्हणजेच रक्तदाबाने ते खुले होऊ शकते. प्रस्तुत मांसतंतूत कारुणिक चैतनतंतू विन्यास पावलेले असतात. त्याच्या योगाने मांसतंतूंचा संबंध मध्यवर्ती चैतन तंतूशी जोडला गेलेला असतो. प्रस्तुत चैतन तंतू वक्षस्य आणि कटीयापैकी वरच्या तीन भागातील कशाविभागापासून निघालेले असतात. तेथून कारुणिक पुंजकापर्यंत पुंजकपूर्व आणि नंतर पुंजकोत्तर तंतू प्रसार पावतात.

वाहिन्यांच्या मांसतंतूत विन्यास पावणारे कारुणिक तंतू दोन प्रकारचे असतात, एक प्रकारचे वाहिन्यांची वेजे आवळतात ते वाहिनीसंकोचक होत. दुसऱ्या प्रकारचे वाहिन्यांची वेजे खुली करतात ते वाहिनी-विस्फारक होत. विन्यासात आणि जवळपास ते एकमेकांच्या इतके जवळ असतात की वेगळे काढता येणे शक्य होत नाही. तेथून अलीकडे बऱ्याच अंतरावर त्यांचे संच थोडे दूर दूर असतात. तेथे ते खंडित केले असता होणारा परिणाम पाहून त्यांचा प्रकार समजू शकतो.

मेंदूचा सर्वात खालचा भाग **मस्तुक.** त्यातल्या एका भागास **वाहिनीसंकोचक[1] मर्म** म्हणतात कारण त्यातील चित्तिकातून निघणाऱ्या तंतूंचे संबंध कशेतील वाहिनी-संकोचक चित्तिकाशी जुळलेले आढळतात. हे मर्म चवथ्या विवराच्या तळभागात असते. येथून निघणाऱ्या चेतना कशेतील तदर्थ मर्मास मिळतात आणि त्यापासून कार्यंक तंतूस मिळतात. मस्तुकातील वाहिनीसंकोचक मर्माजवळच वाहिनी विस्फारक[2] मर्मही आढळते. मध्यमस्तु आणि मस्तिक यांचा प्रस्तुतमर्माशी काही संबंध आहे की नाही हे अद्याप नीटसे समजून आलेले नाही. अभ्यंतर मस्तूपैकी काही भागांचे संबंध वाहिनीचालक[3] मर्माशी असावेत असे दिसते. कारण त्यास चेतक लावल्याने ठिकठिकाणच्या रक्तदमनात फरक झाल्याचे स्पष्ट दिसून येते. **वाहिनीसंकोचक आणि वाहिनीविस्फारक मिळून वाहिनीचालक मर्म** म्हणावयाचे.

1 Vasoconstrictor. 2 Vasodilator. 3 Vasomotor.

शरीरात अनेक इंद्रिये आहेत. त्यापैकी सतत काम असते असे अभिसरण आणि श्वसन या कामाच्या इंद्रियांना. पचनाची इंद्रिये अनेक आहेत. त्यापैकी कोणालाही सतत काम असते असे नाही. पुष्कळांना मधून मधून विसावा असतो. त्यात काही मांसकंकणे आहेत. त्यांना फारच थोडा वेळ मधून मधून विसावा असतो, वहुधा त्यांना काम असते. कांकालिक मांसापैकी काही श्वसनाच्या कामावर असतात त्यांना विसावा नसतो, पण इतरांना काही वेळ विसावा आणि काही वेळ काम अशी व्यवस्था असते. तात्पर्य असे की रक्ताचा पुरवठा वेगवेगळ्या इंद्रियांना वेगवेगळा, वेगवेगळ्या वेळी, निरनिराळ्या वेगाने लागत असतो. तो तसा मिळावा अशी शरीरात व्यवस्था कशी जुळविली जाते. ते आता आपणाला पहावयाचे आहे. सर्व इंद्रियांना एकदम भरपूर रक्तपुरवठा लागतो असे घडत नाही. रक्तपुरवठा काहींना पुष्कळ तर काहींना थोडा अशीच व्यवस्था शक्य असते. **कोणत्याही इंद्रियाचे काम चालू असले की त्यात मलद्रव्ये उत्पन्न होतात. या मलद्रव्यांनीच चेतना उत्पन्न होतात. त्या चेतनांचे परावर्तन होऊन रक्ताचा योग्य पुरवठा होतो.** हे आपल्या प्रश्नाचे साधे आणि समर्पक उत्तर आहे.

सर्व इंद्रियात अंतर्मुख चैतन तंतू आहेत. मलद्रव्यांच्या योगाने त्यांच्यात चेतना उत्पन्न होतात. या द्रव्यांपैकी **काही द्रव्ये अम्ल** असतात. कार्बनिक अम्ल हे त्यातील प्रमुख अम्ल होय. मलद्रव्ये परिवामधे आणि तेथून प्रतिवामधे झिरपतात. परिवामधे चैतनतंतू आहेत की नाही माहीत नाही, पण प्रतिवामधे असतात यात शंका नाही. त्याच्या द्वारेही चेतना उत्पन्न होतात. या चेतना मस्तुकातील वाहिनी-चालक मर्मास पोचतात. तेथून परावृत्त चेतना येतात. त्यांच्या योगाने कार्यकारी

गात्रातील वाहिन्या खुल्या होतात आणि विश्रांत गात्रातील वाहिन्या आवळून राहतात. हा परिणाम मुख्यतः उपप्रवा आणि उपपरिवा यावरच होतो. परिवा-मधील संचित रक्त प्रवाहात आणले जाते. बुजालेल्या परिवा फुलतात आणि त्यात भरपूर रक्त आयात होते. प्रतिवांच्या वाटे मलाची निर्यातही वाढते. एकंदर अभिसरण पुष्कळच वाढते. कांकालिक स्नायूच्या बाबतीत ते विश्रांत कालातील अभिसरणाच्या चार पाचपटसुद्धा झाल्याचे आढळून येते. अभिसरणाची अशी वाढ झाली तरी रक्तदाबात म्हणण्यासारखी वाढ होत नाही. **रक्तराशीत चार पाच पट वाढ झाली तरी रक्ताचा दाब विशेष वाढत नाही**. हृदयाची स्पंदकंप्रता वाढते. ती ७० पासून १७५ च्याही कदाचित् वर जाते. एका मिनिटांत स्पंदसंख्या अडीच पट झाली तरी प्रत्येक स्पंदाने दुप्पट रक्त रेटले तर रक्तराशी पाचपट चालविला जाईल हे उघडच आहे. अशा प्रसंगी **वाहिनीव्यूहाचा कोठाच खूप वाढत असल्यामुळे दाब वाढण्याचे कारणच नसते.**

निजलेला मनुष्य उठून उभा राहिला म्हणजे या **अवस्थानभेदाने अभिसरणात बऱ्याच गोष्टी बदलतात**. पहिली गोष्ट म्हणजे रक्त वर डोक्याकडे वाहण्याची प्रवृत्ती कमी होऊन पायाकडे वाहण्याची प्रवृत्ती वाढते. परावर्तनाने उदरातील वाहिन्यांचे आकुंचन आणि मानेतील वाहिन्याचे विस्फारण होते. त्यामुळे स्वाभाविक प्रवृत्तींना आळा बसतो. स्पंदागणिक वर हृदयाकडे येणारे रक्त थोडे कमी होते पण स्पंदकंप्रता वाढते आणि एकंदरीत कालागणिक हृदयातून बाहेर पडणारा रक्तराशी तितकाच राहतो. मनुष्य शुद्धीवर नसला म्हणजे ही परावर्तने नीट घडत नाहीत आणि अभिसरण बिघडते. रक्तदमन पुष्कळ उतरते. तशी गोष्ट तो शुद्धीवर असताना घडत नाही, रक्तदमन विशेष उतरत नाही. उतार झालाच तर १० mm. च्या आतच असतो. अवस्थान बदलण्याचा प्रसंग वरचेवर येत गेल्याने **वाहिनीचालक मर्माच्या द्वारा संवर्तनेच प्रस्थापित होतात**, आणि प्रत्यक्ष अवस्थान बदलण्यापूर्वी ते केवळ मनात आणण्यानेच इष्ट योजना येते असेही संभवनीय आहे. एरवी कसरत करणाऱ्यांच्या अंगी इतकी सफाई (क्रिया-पटुता) कशी येईल ?

रक्ताचा दाब अगदी लहानशा कक्षेत रहावा यासाठी शरीरात विशेष योजना आहे ती अशी : **महाप्रवेच्या कमानीच्या तटात आणि डाव्या विसर्जक पुटाच्या आस्तरालगत आयापक चैतन तंतू** असून ते **विगूढा चेतनीत समाविष्ट** असतात. [illegible]ने त्या परावृत्त होऊन हृदयाची स्पंदत्वरा (कंप्रता) कमी [illegible]फारण होते हे परावर्तन विगूढामर्म आणि वाहिनीचालन

मर्म यांच्याद्वारा होते. परिणामी रक्तदाब उतरतो. प्रस्तुत आयापक तंतूंना **दमनायापक** म्हणतात कारण ते रक्तदमनाने चेतना घेतात. रक्तदमन वाढण्याचा परिणाम परावर्तनाने ते कमी होणे असा होतो. रक्तदाब कमी झाला तर परिणाम उलट होतो. या आयापकांची तरतरी (तरीष) कमी होऊन परावर्तनाने लगाम सैल पडून रक्ताभिसरण जोरावते; स्पंदत्वरा आणि स्पंदराशीही वाढतात. स्पंदराशी म्हणजे स्पंदागणिक हृदयातून बाहेर जाणाऱ्या रक्ताचा राशी. करोटीया प्रवेच्या दुभागणीच्या जागी फुगवटी असते आणि काही गुलिकाही असतात हे पूर्वीच सांगितले आहे (पृ. ४३६). ही फुगवटी व गुलिका यातही महाप्रवा व विसर्जकास्तर यात असतात. तसेच आयापक चैतन तंतू असतात. त्यांच्या द्वारेही त्याच प्रकारची परावर्तने घडतात. रक्तदमन वाढल्याने हृदयस्पंद–मंदायन आणि वाहिनी विस्फारण घडते. त्यामुळे कारक दाबच कमी होतो. प्रस्तुत आयापकास आपण दमनायापक म्हटले आहे. त्यांच्याच **शेजारी रसायापक तंतूही असतात.** रक्तात **कौद्व CO_2 अधिक झाल्याने आणि ऊर्व O_2 कमी झाल्याने ते उत्तेजित होतात.** चेतनापरावर्तनाने हृदयस्पंद त्वरावतात आणि जोरावतात, वाहिन्या आकरसतात. आणि रक्तदमन वाढते. याप्रमाणे **रक्तदाबाचे स्वयंनियमन** होते.

शरीराला जेव्हा एकादा मोठा अपकार होतो तेव्हा रक्तदमनाच्या स्वयंनियमनाची व्यवस्था पुरेशी होत नाही. अशा अवस्थेस **सन्निपात** म्हणतात. शरीराच्या अवयवास गंभीर स्वरूपाची जखम होते, पुष्कळ रक्त वाया जाते, गात्रे चिरडली जातात किंवा भाजली जातात तेव्हा वाहिनीसंचलन मर्म प्रथम उत्तेजित होते; पण लवकरच तेथील चेतना अव्यवस्थित किंवा विस्खळित होतात. मेंदूला रक्त कमी मिळणे आणि स्वतः हृदयास रक्त कमी मिळणे या गोष्टी घडून येतात. एकंदर रक्तराशीच्या पंचमांशापेक्षा रक्तहानी कमी झाली असली तर स्वयंनियमनाने रक्तदमन योग्य मर्यादेत राहणे संभवते. **रक्तदाब ७० च्या खाली उतरला म्हणजे हृदय व मेंदू यांना रक्त पुरेसे मिळत नाही.** त्यामुळे परावर्तन क्रियाही व्हावी तशी होत नाही. अभिसरण थांबले तर मेंदूचा विनाश ५ ते १० मिनिटात होतो, कांकालिक मांसाचा विनाश २० ते ३० मिनिटांनी होतो, इतर अवयवांचा विनाश होण्यास १० ते २० मिनिटे लागतात.

स्वतः हृदयाचे पोषण ज्या प्रवाहिन्यांनी होते त्यास मेखलिका म्हणतात त्या दोन असतात. त्यापैकी डाव्या प्रवेतून एकंदर पोषक रक्ताचा तीन चतुर्थांश वहातो. मांसराशीच्या मानाने पहाता कांकालिकाच्या दुप्पट रक्तपुरवठा हृदयास मिळत असतो. हृदयाला होणारा रक्तपुरवठा मुख्यतः विस्फारणकाळात होतो. हा पुरवठा

महाप्रवेतील रक्तदाबाच्या मानाने कमी अधिक होतो. प्रकारुणिक चैतन तंतूच्या योगाने मेखलिक प्रवा विस्फारित होतात. अधिवृक्कीन स्यंदाचा परिणामही तसाच होतो. **प्रकारुणिक चेतनांनी किंवा अधिवृक्कीन टोचून दिल्याने हृदयाचा रक्तपुरवठा दुप्पट किंवा अधिकही होतो.** उलट विगूढातंतूतून मिळणाऱ्या चेतनांनी रक्तवाहिन्या संकुचित होतात. या तंतूत थोडीबहुत स्फूर्ती नेहमी असतेच. एकंदर रक्तापैकी १०, १५ टक्के रक्त मेखलिकावाहिन्यात खेळते. परिश्रम करीत असता इतर मांसातील पुरवठा विश्रांतस्थितीतल्या पेक्षा वाढतो तितका मेखलिकातील पुरवठा वाढत नाही, परंतु मेखलिकातून जाताना ऊर्वा (O_2) च्या खपाचे प्रमाणमात्र अधिक असते. तसे पाहिले तर हृदयमांसाला पूर्ण विश्रांती अशी कधी नसतेच; श्रम कमी किंवा अधिक असा फरक मात्र असतो.

मेंदूतील चैतन गात्र फार नाजूक असते त्याला अभिसरणाचा सामान्य तुटवडा देखील सोसत नाही. प्रवारक्तदमन ७० च्या खाली गेले की मेंदूस अपाय होतो. त्याचे कार्य नीट चालत नाही. **करोटीचा आकार बदलत नसल्यामुळे तेथील अभिसरणात स्पंद नसतात. करोटीत रक्त पुरविणारी प्रवाहिनी दाबून आकुंचित केली गेली तर लगेच मूर्च्छा येते.**

पल्मनातील रक्त दीर्घ श्वास घेत असताना एकंदर रक्ताच्या दशांश असते तर ते उच्छ्वासात षोडशांश असते. पल्मन्य प्रवातील रक्तदाब महाप्रवेतील दाबाच्या एक पंचमांश ते षष्ठांश असतो.

मनुष्याच्या हृदयाच्या **स्पंदागणिक** किती **रक्त** प्रवाहिनीत उतरते? हा एक जिज्ञासेचा प्रश्न आहे. त्याचे उत्तर दिले गेलेले आहे ते असे : समजा एका मिनिटात मनुष्य २०० cc. CO_2 उच्छ्वासाने बाहेर टाकतो आणि प्रवारक्तात १०० cc. गणिक ५० cc.

कौद्व CO_2 असतो आणि पल्मनात जाणाऱ्या रक्ताच्या १०० cc गणिक ५५

कौद्व CO_2 असतो. यावरून असे अनुमान निघते की, शंभरी ५ cc. CO_2 रक्तातून बाहेर पडतो. प्रत्यक्ष २०० cc एका मिनिटात बाहेर पडत आहे. तितका निघण्याला २०० × १०० ÷ ५ = ४००० cc म्हणजेच चार लिटर रक्त एका मिनिटात हृदयातून बाहेर पडत असले पाहिजे असे ठरते. ही मोजणी करण्याकरता प्रवारक्त आणि प्रतिवा रक्त काढून त्यातील CO_2 कौद्व मोजला पाहिजे. या दोनही गोष्टी अवघड आहेत. महाप्रवेतील रक्त आणि मनगटावरील प्रवेतील रक्त यातील CO_2 कौद्व प्रमाणात फरक नसल्यामुळे मनगटावरील प्रवेचे रक्त घेतले तरी चालण्यासारखे आहे. प्रतिवारक्ताचे तसे नाही. प्रतिवारक्त

हृदयात जाऊन पडेपर्यंत ठिकठिकाणी त्यात कौद्व वायूची भर पडत जाते. म्हणन थेट हृदयाच्या उजव्या आदायक पुटातील रक्त घ्यावे लागते. तसे करण्याकरता एक नळी कोपर प्रतिवेतून उजव्या आदायकापर्यंत शिरकवून आतील रक्त घ्यावे लागते. असे प्रयोग झालेले आहेत. कौद्वप्रमाण काढण्याची रीत पुढे श्वसनप्रकरणी सांगण्यात येईल. एका मिनिटात चार लिटर रक्त हृदयातून बाहेर पडते असे ठरल्यानंतर प्रत्येक स्पंदागणिक ते किती ते कळण्याकरता मिनिटात स्पंद किती होतात ते पाहिले म्हणजे झाले. ते ८० असले तर स्पंदागणिक रक्तराशी ५० cc ठरतो. **मिनिट रक्त राशी**[1] **४ लिटर आणि स्पंदरक्तराशी**[2] ५० cc असे संक्षेपाने सांगतात.

1 Minute blood volume 2 Systolic blood volume

निरोगी माणसाचा मिनिटरक्तराशी विश्रांत स्थितीत साडेतीन ते साडेपाच लिटर असतो. हा राशी भोजनानंतर १५ ते २० टक्के वाढतो. पुष्कळ श्रम करीत असता मिनिट-रक्तराशी सामान्यतः १५ ते २५ लिटरापर्यंत वाढतो. मल्लांच्या बाबतीत हा अंक ४० लिटरापर्यंत पाहण्यात आहे. श्रम करण्यात जे विशेष सराईत असतात त्यांच्यात स्पंदरक्तराशी ९० ते ११० cc विश्रांत स्थितीतही आढळतो. त्यांची स्पंदत्वरा कमी असते. श्रम करीत असता त्यांचा स्पंदराशी १५० ते २०० cc पर्यंतही वाढतो असे आढळते. सराईत माणसात विश्रांत स्पंदराशीच मोठा होऊन राहिलेला असतो. बिनसराईतात तो लहान असतो. **श्रम करताना बिनसराईतात स्पंदत्वरा वाढल्याखेरीज काम रेटत नाही. सराईतात ती अगोदरच कमी असते. ती वाढण्याला सवड पुष्कळ असते. त्यामुळे पुष्कळ काम पार पाडता येते.**

एकंदर शरीरात रक्तराशी केवढा आहे हा दुसरा जिज्ञासेचा प्रश्न आहे. तो अनेक रीतींनी सोडविण्यात आला आहे. एक रीत अशी : एक निरुपद्रवी पण भडक रंगाचे द्रव्य घेऊन पिचकारीने एका कोपराजवळच्या प्रतिवाहिनीत सोडतात. सात आठ मिनिटांनी दुसऱ्या कोपराजवळच्या प्रतिवाहिनीतून थोडे रक्त काढून घेऊन ते किती विरळ झाले आहे ते मोजतात. हा विरळपणा रक्तपिलसामुळे आला असला पाहिजे असे गृहीत धरले असता त्याचा राशी समजून येतो. अशान अर्थात् खेळत्या रक्ताचाच अदमास लागतो. थेट प्रवाहात नसलेल्या रक्ताचा विचार येथे येत नाही. रंगद्रव्याच्या साहाय्याने **अभिसरण-काल**[1] सुद्धा मोजता येतो. एक रक्ताचा थेंब पलमन्येतर व पलमन्य अशा दोही व्यूहातून फेरी पुरी करण्याला जो काळ लागतो तो अभिसरण काल समजतात. एका हाताच्या प्रतिवेत रंगद्रव्य

सोडल्यापासून दुसऱ्या हाताच्या प्रतिवेत ते दिसू लागण्याला किती वेळ लागतो ते पाहिले असता अशी मोजणी होते. दुसऱ्या हातातून निघणारा थेंब नि थेंब पहात राहणे अवश्य असते. हा काल २० ते २५ सेकंदे इतका भरतो. एकंदर रक्तराशी वजनाने सर्व शरीराच्या वजनाच्या ५ ते ९ टक्के इतका भरतो.

1 Circulation time.

यामिक शास्त्र[1]-दृष्टया हृदयाची शक्ती किती असते हा आणखी एक जिज्ञासेचा प्रश्न आहे. तो सोडविण्याची रीत अशी : यामिकशास्त्रदृष्टया शक्तीने कृतसंपादन होते. मोजणीला सोपे कृत म्हणजे वजन उचलणे. हृदय रक्तराशी उचलते. वजन उचलले असेल ते किती उंचीवर ते मोजून निघेल ती उंची, हा कृतसंपादनाचा दुसरा घटक होय. डाव्या उजव्या हृदयपुटांचे कृतसंपादन वेगवेगळे असते. कृतमानाचा तिसरा गुणक म्हणजे काल. किती वेळात किती वजन किती उंचीवर चढते ते मोजणे म्हणजे कृतसंपादन मोजणे होय. प्रस्तुत प्रसंगी हृदय रक्त उचलीत असते. रक्तराशी स्पंदराशीवरून समजतो. उंची रक्तदमनावरून समजते. रक्तदमन पाऱ्याच्या उंचीने मोजतात. त्याच्या १३·६ पट उंचीवर रक्त जाऊ शकेल कारण रक्तापेक्षा तितक्या पट पाऱ्याची घनता असते. सरासरी रक्तदमन १०० समजावयास हरकत नाही. स्पंदराशी ५ लिटर हा डाव्या हृदयभागाचा झाला. हाच उजव्यातूनही जातो तरी उजव्यात रक्तदमन $\frac{1}{5}$ च्या सुमारात असते. एकंदर कृतात तेवढी वाढ केली पाहिजे. उंची मीटरने मोजली म्हणजे गुणाकार

$$\frac{६}{५} \times \frac{५ \times १३६}{१००} = ८\cdot१६$$

—हा अंक मिनिटागणिक किलोग्राम मीटर असा आहे. अपूर्णांक उपेक्षणीय आहे. तासागणिक किलोग्राम मीटर सु. ५०० शक्तित्वरा.

1 Mechanics.



प्रकरण ५३

श्वसन

श्वसनक्रिया हे जिवंतपणाचे प्रमुख लक्षण आहे. श्वसन ही आपोआप चालणारी क्रिया आहे. विश्रांत स्थितीत एका मिनिटात १४ ते १८ वेळा श्वसन घडते. श्वसनक्रियेचे दोन भाग असतात. हवा आत ओढली जाणे, **आश्वसन**[1], हा एक भाग आणि हवा बाहेर टाकणे, **उच्छ्वसन**[2], हा दुसरा भाग असतो. उच्छ्वासानंतर किंचित् वेळ गेल्यावर पुनः आश्वसन सुरू होते. भोवतालच्या हवेचे तपमान वाढल्याने ही आवृत्तता किंवा कंप्रता थोडी वाढते. श्रम करीत असताना तर ती पुष्कळच वाढते. याशिवाय स्वेच्छेने आपण ती थोडीफार वाढवू शकतो. प्रयत्नाने आपण श्वास थांबवू शकतो पण फार थोडा वेळ. श्वसन थांबवणे या क्रियेस **कुंभक** म्हणतात. विशेष अभ्यासाने कुंभक ३० सेकंदापासून ४ मिनिटापर्यंतही करता येतो. शरीरात सतत रासायनिक घडामोड चालू असते. ती सुरळीत चालण्यास ऊर्वा- (O_2) चा पुरवठा सर्व शरीरभर पाहिजे असतो. त्याचप्रमाणे सर्वत्र उत्पन्न होणाऱ्या कौद्व CO_2 वायूचा निकाल करणे अवश्य असते. ऊर्वग्रहण आणि कौद्वनिष्कासन या गोष्टी पल्मनात चालू असतात. आनुषंगिक रीतीने पाण्याची वाफ़र, बाष्पक, ही बाहेर निघून जात असते.

1 Inspiration. 2 Expiration.

मानवी शरीरात वायुविनिमय होण्याची इंद्रिये क्लोमने (**पल्मने**) ही आहेत. पल्मनांच्या आस्तरात लहान लहान अनुपुटे असतात. त्याभोवती पल्मन्य प्रवेच्या परिवाहिन्या गुरफटलेल्या असतात. या अनुपुटांचे पृष्ठक्षेत्र प्रचंड असते. त्याच्या मापाचा अदमास ६० ते १२० चौरस मीटर असा आहे. या अनुपुटात हवा आणून सोडणाऱ्या आणि तेथून हवा वाहून नेणाऱ्या ज्या वाटा आहेत त्यात **वायुविनिमयाची सोय** नसते. ती **फक्त अनुपुटातच** असते. हवा बाहेरून आत व आतून बाहेर चाळवणे यामुळेच वायुविनिमय शक्य असतो. महापटल आणि पर्शुकांतरीय स्नायू यांच्या योगाने छातीचा कोठा लहानमोठा केला जातो. त्याने उच्छ्वसन आणि आश्वसन या क्रिया घडून येतात. (प्र० ५ पृ० १३५ पहा.) महापटलाच्या येरझाऱ्या होत असताना तो चवथ्या पाचव्या बरगड्यांच्या सामोरीपासून सातव्या आठव्या बरगड्यांच्या सामोरीपर्यंत उतरतो. वक्षोदेशाचे

इतर तटही हालत असतात. पल्मनेही वक्षस्तटास अनुसरतात. सामान्य श्वसनात वक्षतटांचा माथा व पाठकणा हालत नाहीत, उरस्य हालते. पहिलीखेरीज बरगडचा हालतात. विशेष मोठचा श्वसनात सर्व बरगडचा हालतात. पल्मनांच्या आस्तरात चिवट (स्वाग्रही) गात्र भरपूर असते. आश्वसनाने ते ताणले जाते आणि उच्छ्वसनाने ते आपण होऊन आकरसते. (प्र. १० पृ० ३११ पहा)

पल्मनात जेव्हा क्षयविकार जडतो तेव्हा त्याच्या हालचाली बंद पाडणे इष्ट असते. त्याकरता परिपल्मपुटात पोकळ सुईने वेध घेतात. ही सुई जर एकाद्या दमनमापक णकार[1] नळीच्या एका फाटचास जोडली आणि दुसरा फाटा वातावरणात खुला ठेवला तर पल्मनास जोडलेल्या फाटचातील पारा खुल्या फाटचातील पाऱ्याच्या वर काही mm. पर्यंत राहतो. तितक्याने **परिपल्मपुटातील दाब** कमी असतो असे म्हणावयास पाहिजे. हे माप श्वसनाच्या वेगवेगळचा अवस्थेत वेगवेगळे असते. सामान्य आश्वसनाच्या अखेर हे अंतर ४ ते ५ mm. असते. मोठचा आश्वसनाने ते १० ते १५ mm होते. सामान्य उच्छ्वसनाने ते २ ते ३ mm होते, तर विशेष मोठचा उच्छ्वसनाने ते १.५ ते २ mm होते. वातावरणाच्या दाबाला शून्य दाब म्हणण्याचा प्रघात आहे. त्या प्रघातास अनुलक्षून हे दाब '**ऋण दाब**'[2] गणले जातात, परिपल्मपुटातील सुईवाटे त्यात हवा भरता येते. क्षयातुरांच्या[3] बाबतीत एका पल्मनाची श्वसनक्रिया बंद पाडण्याकरता अशी योजना करतात. पल्मनाच्या आत बाहेर सारख्या दाबाची हवा झाल्याने त्याच्या हालचाली थांबतात. दुसऱ्या पल्मनाचे श्वसन चालू राहते. श्रमरहित जीवनास ते पुरेसे असते.

1 U tube. 2 Negative pressure.

३ राज्ञि तत्कुलमभूत् क्षयातुरे वामनार्चिरिव दीपभाजनम् ॥ रघुवंश १९-५१॥

ऋणदाबाचे जे आकडे दिले आहेत त्यावरून दिसून येते की मोठचात मोठा श्वास आत घेतल्यावर या दाबाचे परम मान आढळते आणि मोठचात मोठा श्वास टाकल्यावरही अल्प मानाने का होईना पण हा ऋण दाब राहतोच. यावरून पल्मनाच्या आस्तरात जे **चिवट गात्र आहे त्याच्या सामर्थ्याचे (स्वाग्रहाचे) प्रत्यंतर** येते. असे सामर्थ्य नसते तर ऋणत्वाचे कारण नव्हते. आतील दाबाने **पल्मनाचा पदर** वक्षस्तटास खेटून राहिला असता. ऋणदाब असतो याचा अर्थ या पदरास **वक्षस्तटास सोडून जाण्याची ओढ आहे** असे सिद्ध होते. पदर जितका अधिक **ताणला** जातो तितकी ही ओढ अधिक असते. आश्वसनाने ताण वाढतो, उच्छ्वसनाने कमी होतो पण असतो. शून्य होत नाही. परिपल्म पदर हालत्या वक्षस्तटांचे अनुसरण नाखुषीने करीत असतो, असा याचा अर्थ होतो. या नाखुषीचा

परिणाम वक्षःकोष्ठातील इतर अवयवांवरही होतो. शेजारी हृदय, तत्संबद्ध रक्तवाहिन्या आणि गिळणी असते. हृदयाचा विसर्जक भाग, प्रवा आणि गिळणी यांचे तट भक्कम असतात. त्यांच्यावर या ऋणदाबाचा काही परिणाम होत नाही. **हृदयाची आदायक पुटे आणि प्रतिवा यांचे तट त्या मानाने दुर्बल असतात त्याजवर परिणाम होतो. ते तट फुगवले जातात, त्यामुळे रक्त बाहेरून त्यात शोषले जाते. आदायक पुटास** ही एक कार्यदृष्टचा **मदतच** होते.

श्वास थांबवणे या गोष्टीला कुंभक म्हणतात. होईल तितकी हवा बाहेर टाकून पुनः हवा आत येऊ न देता, अर्थात् तोंड व नाक बंद करून केवळ वक्षस्तट श्वास घेताना चाळवतात तसे चाळवणे म्हणजे **बाह्य कुंभक**[1] होय. असे केले असता, छातीचा कोठा वाढतो, आणि पल्मनेही फुगतात पण आश्वसनाने फुगतात तितकी फुगत नाहीत. पल्मनातील हवेचा दाब बाहेरील वातावरणाच्यापेक्षा ४ m m नी खाली जातो आणि परिपल्मनातील याच्याही पेक्षा थोडा खाली जातो. यामुळे **प्रतिवामधून प्रवामधे रक्त आणणारी ओढ एरवीच्यापेक्षा थोडी अधिक** उत्पन्न होते. याच्या उलट हवा आत घेऊन ती बाहेर जाऊ नये म्हणून नाकतोंड बंद करून उच्छ्वासाच्या हालचाली केल्या[2] असता पल्मनातील हवेचा दाब ३ ते ७ m m ने वाढतो. त्यामुळे हृदयात रक्त येण्यास अटकाव उत्पन्न होतो. पल्मन्य वाहिन्यातील हा अटकाव दूर करण्याइतका जोर हृदयात नसेल तर मूर्च्छा देखील येण्याचा संभव आहे.

1 Muller's experiment 2 Valsalva's experiment.

श्वसन हा महत्त्वाचा शरीरव्यापार आहे. सामान्य आरोग्य आणि विशेष शरीरसामर्थ्य यांच्यासंबंधी श्वसनावरून काही उपयुक्त अंक निघतात की काय हे पाहण्याकरता पुष्कळ प्रयत्न झालेले आहेत आणि होतही आहेत. त्यात हाती आलेले अंक असे :– श्वासमापक म्हणून एक साधन आहे. त्यात तोंडाने हवा सोडून ती मोजता येते. संथश्वसन चालू असताना, श्रम करीत नसताना उच्छ्वासात ५०० cc हवा जाते. आपण शक्य तितकी हवा छातीत घेतली आणि शक्य तेवढी बाहेर टाकताना मोजली तर ती ४००० cc. भरते. इतके परमश्वसित असते असे म्हणतात. हा अंक ३५०० ते ५००० पर्यंत असतो. बायकांच्या बाबतीत तो पंचमांशाने कमी असतो. आश्वसन पराकाष्ठेचे केले आणि उच्छ्वसन मात्र सहज होईल तेवढे केले तर ५०० + १६०० cc हवा बाहेर पडल्याचे कळून येते. येथे १६०० cc. हवा एरवीच्यापेक्षा जास्त आत घेतली होती असे सिद्ध होते. म्हणून १६०० cc. अधिश्वसित असते असे म्हणतात. साहजिक निश्वासानंतर

परमनिश्वास केला तर तो १६०० cc होतो. तो अधिनिश्वसित होय. परमश्वसित[1] = अधिश्वसित[2] + अधिनिश्वसित[3] + नित्यश्वसित[4].
३७०० १६०० १६०० ५००

1 Vital capacity. 2 Complemental- 3 Supplemental. 4 Tidal air.

आपण हवा छातीतून काढून टाकण्याचा कितीही प्रयत्न केला तरी काही हवा पल्मनात शिल्लक राहतेच. ती **हवा अवशिष्ट**[1] म्हटली पाहिजे. अशी हवा शिल्लक राहते यात शंका नाही. माणूस बुडतो तेव्हा त्याच्या छातीत पाणी जाते ते हवेच्या जागी जाऊनच त्याचे शरीर पाण्यापेक्षा जड होते, हे उघड आहे. नवजात बालक जर श्वास न घेता मृत्यू पावले तर त्याच्या पल्मनात हवा नसते. ते पाण्यात बुडते, पाण्यात टाकले असता ते तरंगत नाही असे आढळते. ज्याने श्वास घेतला नाही असे पल्मन मात्र पाण्यावर तरंगते. जन्मापूर्वी पल्मनात थोडेसे थेंब मात्र असतात. पहिल्या श्वसनाने त्यात हवा येते. पल्मनात अनुपुटाखेरीज हवा आणण्या-नेण्याचे मार्ग असतात ते शेवटपर्यंत हवेने भरलेलेच राहतात. या मार्गात अस्थिकांची कडी असतात त्यामुळे ते चिमटत नाहीत. तेथून खाली अनुपुटाच्या अलीकडे मांसवलये असतात. त्यामुळे काही अनुपुटे बंद राहतात. पण सर्वदा तीच ती बंद राहतात असे नाही. थोडा वेळ ही तर थोडा वेळ दुसरीच बंद राहतात. मृत देहावरून हवामार्गांच्या संकलित कोठ्याचा अंदाज करता येतो तो सुमारे १६० cc. असा आहे. नित्यश्वसित जर ५०० cc असेल तर हा कोठा वजा जाता **३४० cc. हवा श्वासागणिक बदलत असते** असे ठरते. १६० cc हा मार्गकोष्ठ[2] होय.

1 Residual air. 2 Deadspace

पूर्ण उच्छ्वासानंतरही पल्मनांत हवा राहते ती किती ती ठरविण्याकरता एक युक्ती योजतात ती अशी : दर श्वासात किती हवा बदलते ते एकदा ठरल्यानंतर श्वसनेंद्रियात मावते तेवढी सर्व हवा बदलण्याला किती वेळा श्वसन करावे लागते ते समजले म्हणजे तितके पट श्वसनेंद्रियांचा कोठा आहे असे समजेल. हवेमध्ये नसलेला आणि शरीरास अपकार न करणारा एकादा वायू घेऊन पूर्ण श्वास त्याचाच घ्यावयाचा आणि किमान किती वेळा श्वसन केल्याने तो पल्मनातून पूर्णपणे निघून जातो ते साक्षात् अवलोकनाने ठरवावयाचे. असे केले असता **श्वसनेंद्रियाचा संपूर्ण कोठा** समजून येतो. उज्ज H_2 हा असा वायू आहे. हा एका श्वासात पूर्ण घेतला असता निघून जाण्याला नऊ वेळा श्वसन करावे लागते, असे अनुभवास येते. यावरून ३४० × ९ = ३०६० cc हा श्वसनेंद्रियांचा कोठा ठरतो.

साध्या उच्छ्वासानंतर परम उच्छ्वासाने १६०० cc हवा बाहेर टाकता येते. म्हणून ३०६० – १६०० = १४६० हे अवशिष्ट हवेचे माप ठरते. त्यातील १६० cc मार्गकोष्ठ वजा जाता १३०० cc हा पुटिकांचा कोठा ठरतो.

विशिष्ट वायू हुंगावयास देऊन गुंगी आणणे हे, काही शस्त्रकर्मे करण्याच्या प्रसंगी उपयोगी असते. त्या प्रसंगी किती वेळा श्वसन केल्यानंतर श्वसनेंद्रिये नवीन वायूने भरू शकतात हे माहीत होणे अगत्याचे असते. त्याकरता असले प्रयोग करून पाहिलेले आहेत.

एका मिनिटात जितकी हवा पल्मनात घेऊन सोडली जाते तितक्या हवेस **पल्मन्य–वातायन**[1] म्हणतात.

एका मिनिटात दहा वेळा सहाशे cc. हवा घेऊन सोडली तर

पलमन्य वातायन ६००० cc झाले असे सांगतात.

1 Pulmonary ventilation.

श्वसनक्रियेत हवेतील ऊर्व रक्तात सामील होऊन रक्तातील कौद्व हवेत जात असतो. या क्रियेचा तपशील समजण्याकरता सामान्यतः वायु आणि द्रव यांचे परस्परव्यवहार समजले पाहिजेत. या व्यवहाराचे परिशीलन बरेच झालेले असून त्यातून काही नियम उघडकीस आलेले आहेत. श्वसनात हवेतील वायूंशीच संबंध असतो. हवेत नत्र N_2, ऊर्व O_2 आणि CO_2 हे वायू असतात. याशिवाय पाण्याची वाफर (बाष्पक) हवेत असते हे सहजच आहे. आणखीही काही वायू असतात पण ते अगदी थोडे असून उपेक्षणीय असतात. आता सांगितलेले तीनही वायू पाण्यात आणि रक्तातही विरघळणारे आहेत. रक्तात विरघळलेला नत्रवायू पल्मनात येतो तसाच आणि त्यातच राहून जातो. त्यावर काही संस्कार घडण्याचा प्रसंग नसतो. तसे दुसऱ्या व तिसऱ्या वायूंचे नसते. **रक्तात असणारे लोहीरद्रव्य ऊर्वसंयोग पावणारे आहे. रक्त पल्मनात येते तेव्हा त्यास संयोग पावण्यास पाहिजे तितका ऊर्व त्यात नसतो.** पल्मनात आल्यावर **तो तेथील हवेतून घेतला जातो**. याच्या उलट **पल्मनात येताच कौद्व वायू रक्तात इतका भरलेला असतो की त्यातला बराचसा रक्तातून निघून पल्मनातील हवेत जातो.** ठिकठिकाणी परिवाहिन्यातील रक्तातून बाहेर पडलेला ऊर्व त्या त्या ठिकाणच्या गात्राच्या प्राकलास मिळून तेथे कौद्व उत्पन्न होऊन रक्तात भरला जातो. मांसामधे शक्तिप्रकटनाच्या प्रसंगी शर्करा–ऊर्व संयोग होऊन किंवा शर्करा–ओषट संयोग होऊन कौद्ववायू उत्पन्न होतो.

पाण्यात साखर किंवा मीठ विरघळणे आणि ऊर्व विरघळणे यात बराच भेद आहे. साखर किंवा मीठ पाण्यात विरघळते तेव्हा ते द्रव्य पाण्यात सर्वत्र पसरते पण पाणी सोडून कोठे जात नाही. परंतु ऊर्ववायू पाण्यात विरघळतो तेव्हा तो पाण्यात तर पसरतोच पण पाण्याबाहेर पडण्यास अवकाश असल्यास पाण्यास सोडून त्या अवकाशातही जातो, पण संपूर्णपणे जात नाही. त्याची त्या **अवकाशात आणि पाण्यात ठराविक वाटणी** होते. पाण्याच्या प्रत्येक cc. गणिक ०.० २३ cc. ऊर्ववायू पाण्यात विरघळून वरील अवकाशात राहतो. यावरून ०-२३ हा विद्रुतिगुणक[1] आहे असे सांगतात. वायूचा आकार तपमान व दाब या दोन गोष्टीवर अवलंबून असतो. येथे सांगावयाचे अंक 0° तपमान व ७६० mm दाब या अवस्थेस अनुलक्षून असावे असा संकेत आहे. मग प्रत्यक्ष मोजणी कोणत्याही अवस्थेत केलेली असो. येथील विद्रुती ३८° तपमानास केलेली आहे तरी आकारांक सांकेतिकच आहे. हा अंक मिळविण्याकरता दोन नियमान्वये हिशोब करावा लागतो: (१) वायुदाब आकाराच्या व्यस्त प्रमाणात असतो. (२) तपमानाच्या अंकात २७३ मिळवून जे अंक येतात त्यांच्या समप्रमाणात वायूचा आकार वाढतो. अशा गणनेने विद्रुतिगुणक काढावयाचा असतो. तपमान वाढल्याने वायूची विद्रुती कमी होते. ती स्वतंत्रपणे मापावी लागते.

1 Coefficient of solubility.

हवेत **कौद्रवायू असतो तो पालाशक्षारात[1] संपूर्णपणे शोषला जातो.** खाराचा त्याचा संयोग होतो. तदुत्पन्नसंयुग पालाशकार्बनिक लवण असते. त्याचा आकार आणि मूळ खाराचा आकार यात भेद म्हणण्यासारखा नसतो. **एक विशिष्ट कार्बनी द्रव्य[2] स्थायू अवस्थेत असून त्याच्या विद्रवाशी ऊर्वसंयुक्त होऊन असेच स्थायुद्रव्य उत्पन्न होते. त्यामुळे ऊर्वशोषक म्हणून त्याचा उपयोग होऊ शकतो.** अशा प्रकारे नत्रवायू शोषणारा पदार्थ उपलब्ध नाही. परंतु हवेतील ऊर्व व कौद्रवायू काढून टाकल्यानंतर राहिलेला वायू नत्रवायूच आहे, असे समजण्यास प्रत्यवाय नाही. हवेचे असे पृथक्करण होऊ शकते. ते करताना जर आपण दाब कायम ठेवला तर आकार आटतो आणि आकार कायम ठेवला तर दाब त्याच प्रमाणात कमी होतो. १०० cc हवेत २०.९६ cc ऊर्व, ७९ cc नत्र आणि ०.०४ cc कौद्र असतो. येथे हवा कोरडी करून घेतली आहे असे गृहीत धरले आहे. आपणाला पलमनातील अनुपुटामधील वायूत काय घडामोडी होतात ते जाणून घ्यावयाचे आहे. तेथील वायू नेमका काढून घेता येत नाही. म्हणून नेमका नाही तरी जवळ जवळ तसाच वायू मिळविण्याकरता योजना करतात ती अशी: एक सुमारे चार

हात लांबीची ३ cm. रुंदीची नळी घेऊन तिच्यात तोंडाने श्वास सोडतात. या नळीतील शेवटच्या (तोंडाजवळील) अष्टमांशातील वायू तो अनुपुटगत–वायू-समान[3] समजावयाचा. प्रत्येक अष्टमांश तपासत गेल्यास त्यात फरक पडत जातो. उत्तरोत्तर कौद्वप्रमाण वाढत जाते. शेवटच्या दोन भागात थोडा फरक पडतो. **अनुपुटस्थ वायूत १४·५ टक्के ऊर्व, ५·५ टक्के कौद्व आणि ७९ टक्के नत्र वायू** आढळतो.

1 Caustic potash. 2 Pyrogallol (त्रिगुण–ऊज–धूपीन). 3 Alveolar air (भाग १ पृ. ७५०)

हवा हे वायुमिश्रण आहे. वातावरणाचा दाब ७६० mm. म्हणून आपण जो म्हणतो तो या मिश्रणाचा संकलित दाब असतो. प्रत्येक घटकवायूचा पृथक् दाब मिळून तो झालेला असतो. मिसळण्यामुळे एकाचा दुसऱ्यावर संस्कार म्हणून काही होत नाही. दाबांची केवळ बेरीज होते. अनुपुटस्थ वायूत जलबाष्पक परिपूर्ण भरलेले असते. ३७° हे शरीराचे तपमान असते. तितक्या तपमानास बाष्पकदमन ४७ mm. असते. ते वजा जाता बाकीच्या तीन वायूत दाबाची वाटणी होते ती अशी :– ७६० – ४७ = ७१३

N_2, ७१३ × ०·७९ = ५६३·२७. O_2, ७१३ × ०·१४५ = १०३·३८५.

CO_2, ७१३ × ०·०५५ = ३९·२१५. ही त्या त्या वायूची अंशदमने[1] गणली जातात. प्रस्तुत वायूंचे पाणी आणि रक्तादिकातील विद्रुतिगुणक असे :– (तपमान ३८°)

विद्रावक	CO_2	O_2	N_2
पाणी	०·५४५	०·०२३	०·०१३
रक्तपिलस	०·५१०	०·०२१	०·०१२
संपूर्ण रक्त	०·४७०	०·०२३	०·०१३
आरक्त पेशिका	०·४४०	०·०२६	०·०१५

1 Partial pressures.

वायुमिश्रण आणि त्यास विरघळवणारे द्रव या संचासंबंधी बोलताना **अंशदमन** हा शब्द विरघळलेल्या एकाद्या वायूसंबंधी यथार्थ कल्पना देणारा आहे. मिश्रण नसून द्रवावर एकादाच वायू असला तरी मिश्रणाचा संभव लक्षात घेऊन अंशदमन हाच शब्द योजतात, तेव्हा अर्थात् अंश हा शब्द निरर्थक असतो. वायूचा किंवा वायुमिश्रणातील एकाद्या वायूचा विरघळलेला भाग असतो त्यासंबंधी यथार्थ कल्पना देण्यास निराळा शब्द योजतात. वरील **वायु अवस्थेतील**

रेणूंची प्रवृत्ती द्रवात विरघळण्याची असते तर विरघळलेल्या रेणूंची प्रवृत्ती द्रवाबाहेर निघण्याची असते. दोनही समसमान पण विरुद्ध दिशेच्या असतात. त्यामुळे समतोल प्रस्थापित होतो. तरी स्तब्धता नसते ही गोष्ट ध्यानात ठेवण्यासारखी असते. हा समतोल वरील दाबाविरुद्ध आतून बाहेर पडण्याच्या रेणुप्रवृत्तीने होतो. म्हणून तिला **निर्वृत्ती**[1] असे नाव दिले आहे. मिश्रणातील एकाद्या वायूचे अंशदमन तेच त्या वायूचे इतर वायू निघून गेल्यानंतर केवळदमन आणि तीच त्याच्या विरघळलेल्या भागाची निर्वृत्ती होय. ती अर्थात् त्याला तोलणाऱ्या वायु अवस्थेतील रेणूंच्या अंशदमनाने दर्शविली जाते. द्रवातील विरघळलेल्या वायूची निर्वृत्ती आणि त्याचा विद्रुतिगुणक माहिती असल्याने विरघळलेल्या वायूचे परिमाण समजू शकते. अनुपुटस्थ रक्त तेथील वायूशी तुलित असताना त्याच्या एका cc मधे वायू असतात ते असे :–

O_2, ०·०२३ × १०३ ÷ ७६० = ०·००३१ cc
CO_2, ०·४७ × ३९ ÷ ७६० = ०·०२४१ cc
N_2, ०·०१३ × ५६३ ÷ ७६० = ०·००९ cc

1 Tension.

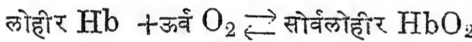
पल्मन्य प्रवेतून पल्मनात रक्त येते त्यातील कौद्व CO_2 निर्वृत्ती ४५ ते ४६ mm Hg असते, आणि अनुपुटातील हवेत जो कौद्व असतो त्याचे अंशदमन ४० mm असते. निर्वृत्तीच प्रबल असल्याने तो वायू रक्तातून अनुपुटानिलात जातो. याच्या उलट पल्मन्यप्रवेतून पल्मनात रक्त येते त्यातील ऊर्व O_2 निर्वृत्ती ४० mm. असते तर अनुपुटस्थ अनिलातील ऊर्वाचे अंशदमन १०० mm असते. येथे निर्वृत्ती दुर्बल असल्याने आणि अंशदमन प्रबल असल्याने ऊर्ववायू अनुपुटानिलातून रक्तात जिरतो. पल्मनातून बाहेर जाताना पल्मन्य प्रतिवातील रक्तात ऊर्वनिर्वृत्ति वाढलेली असून कौद्वनिर्वृत्ती कमी झालेली असते. पल्मनात येणाऱ्या आणि त्यातून जाणाऱ्या हवेच्या तुलनेने ही गोष्ट दिसून येते. **अनुपुटतट आणि त्यालगतचे परिवातट यातून वायुविनिमय चालतो.**

आश्वसितानिल ऊर्व	२०·९६	कौद्व ०·०४	नत्र ७९ टक्के.
अनुपुटानिल	१४·९६	५·५०	७९
उच्छ्वसितानिल	१६·०२	४·३८	७९

पल्मन्य अनुपुटे आणि त्यालगतच्या परिवा यांच्या द्वारे जो वायुविनिमय चालतो त्याच्या उलट वायुविनिमय ठिकठिकाणच्या गात्रातील परिवा आणि गात्रपेशिका व गात्ररस यात चालतो. गात्रागात्रात ऊर्वाची खपणूक होत असून कौद्वाची उत्पत्ती होत असते. तेथे ऊर्वनिर्वृत्ती कमी होत होत शून्याजवळ जाते

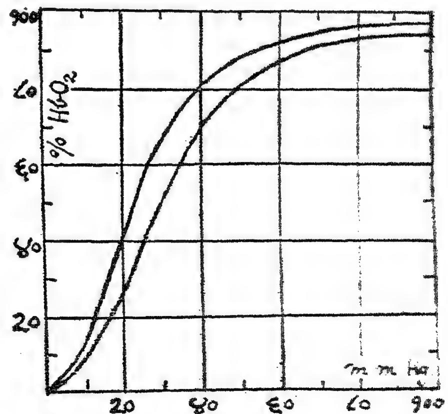
आणि कौद्वनिर्वृत्ती वाढत वाढत तेथे येणाऱ्या रक्तातल्यापेक्षा पुष्कळच [illegible]. गात्रपरिवाततटातून ऊर्व बाहेर निघून गात्रपेशिका व गात्ररस यास मिळतो आणि कौद्व त्याच्या उलट परिवाररक्तास मिळतो. **दोनही वायू पिलसात विरघळलेल्या अवस्थेतच आत बाहेर जातात.** गात्रात विशेष कामगिरी चालू असते [illegible] परिवाहिन्या खुल्या होऊन रक्ताचा भरणा वाढतो; तसेच [illegible] घडते. पलमन्य परिवा देखील अधिक खुल्या होतात. विश्रांत [illegible] सुमारे ६० cc रक्त असते पण परिश्रम चालू असताना ते सुमारे [illegible] असू शकते. शिवाय अभिसरणाचा वेगही वाढलेला असतो.

ऊर्ववायू पाण्यात अगदी थोडासाच विरघळतो. रक्तातही [illegible] विशेष नाही. १०० cc रक्तात ०·३ पेक्षा अधिक ऊर्व विरघळत [illegible] प्रत्यक्ष रक्तातून २० टक्के ऊर्व सहज निघून येतो. हा अधिक **ऊर्व आरक्तपेशिकातील लोहीर द्रव्याशी संयोग पावलेला असतो.** लोहीराच्या [illegible] cc ऊर्व संयुक्त होऊ शकतो. १०० cc रक्तात १४ ते १६ ग्राम [illegible]. म्हणून त्यात १८ ते २१ cc ऊर्व जिरू शकतो. लोहीराशी ऊर्व संयुक्त [illegible] तसा तो वियुक्तही होऊ शकतो. **संयोगविक्रिया निवर्ती स्वरूपाची असते. भोवतालच्या द्रवात ऊर्वनिर्वृत्ती वाढली की संयोगाकडे कल राहतो आणि ती कमी झाली की वियोग होण्याकडे कल राहतो.**



$$\text{लोहीर } Hb + \text{ऊर्व } O_2 \rightleftharpoons \text{सोर्वलोहीर } HbO_2$$

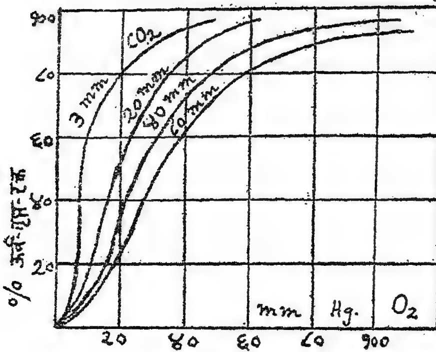
शेजारच्या आकृतीत **लोहीर आणि ऊर्व यांचे विक्रिया-संबंध** ऊर्वाच्या निर्वृत्तीस अनुलक्षून दर्शविले आहेत. ऊर्वनिर्वृत्ती आडव्या अक्षावर आणि सोर्वलोहीर उभ्या अक्षावर दर्शविली आहेत. रेखाटी दुहेरी आहे. दोनही रेघांचा आरंभ शून्यापासून होत असून अंत शंभर टक्के ऊर्वनिर्वृत्तीस होत आहे. दोनही रेघांमधे थोडीशी फट आहे. कोणत्याही एका निर्वृत्तीस सोर्वलोहीराचे अनेक अंक येतात



आ० ५३·१ ऊर्वरक्त संयोगलेख

ते वेगवेगळ्या प्रयोगातल्या मोजणीचे आहेत. सर्व प्रयोगात एकच नेमके उत्तर येत नाही. थोडे वेगळे येते, असा याचा अर्थ आहे. १० ते ५० मधे उंची एकदम बरीच वाढते नंतर वाढ कमी होत जाते आणि आरंभीसुद्धा ती कमीच असते. ऊर्वनिर्वृत्ती २० mm. असताना सोर्वलोहीर ३०,३५ टक्के असते, तर निर्वृत्ती ५० असताना सोर्वलोहीर ८०,८५ टक्के असते. निर्वृत्तीचा त्याच्या अगोदरचा चढ आणि त्यानंतरचा चढ विशेष ऊर्वसंयोग घडवून आणीत नाहीत.

ऊर्व निर्वृत्ती २० च्या सुमारात असताना लोहीर-ऊर्वसंयोग बळावतो ही गोष्ट हवेत ऊर्वाचा तुटवडा असताना विशेष उपयोगी पडते. ८० च्या नंतर ऊर्वसंयोग होण्यासारखे लोहीर शिल्लक राहिलेले नसते. तत्पूर्वीच ९५ टक्के संयोग झालेला असतो, ही गोष्टही उंचावरील विरळ हवेत श्वसन करण्याची पाळी येते तेव्हा विशेष उपयोगाचीच आहे. **ऊर्वनिर्वृत्ती मध्यममानाची असताना पुष्कळसा ऊर्व मोकळा होतो ही गोष्ट गात्रागात्रास ऊर्व-पुरवठा होण्याच्या दृष्टीने सोयीची असते.** पलमनात ऊर्वाचा अंशदाव पुष्कळ असतो ही गोष्ट लोहीर ऊर्व संयुक्त होण्यास अनुकूल असते. गात्रागात्रात ऊर्वनिर्वृत्ती कमी असते ही गोष्ट ऊर्व मोकळा होण्यास अनुकूल असते. निर्वृत्तीच्या एका अंकास नेमका एक सोर्वलोहीर अंक येत नाही, अनेक येतात. या गोष्टीचे असे कारण आहे की, **एका लोहीर-रेणूत चार हीमीन घटा असतात आणि ऊर्व-संयोग व्हावयाचा तो एकदम न होता टप्प्या-टप्प्यानी होतो.**



आ० ५३·२ कौद्वरक्तसंयोग संबंध.

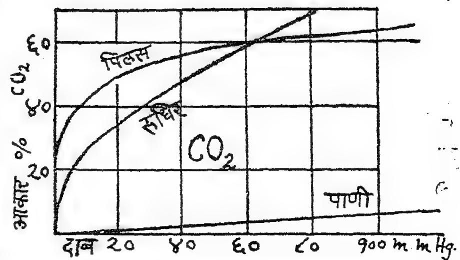
लोहीर-ऊर्व-संयोग या विक्रियेवर रक्ताच्या अल्काम्लत्वाचा परिणाम बराच होतो. रक्तात अल्कत्वाची वाढ होते तसतशी ही विक्रिया अधिक होत जाते, सोर्वलोहीर अधिक तयार होते. रेखाटीकडे पाहता ती डावीकडे झुकते. याच्या उलट रक्तात अम्लत्वाची वाढ होते तसतशी ही विक्रिया कमी होत जाते, सोर्वलोहीर कमी तयार होते. रेखाटी उजवीकडे झुकत जाते. रक्ताचे अल्काम्लत्व मुख्यतः त्यातील कौद्वनिर्वृत्तीवर अवलंबून असते. **कौद्व-निर्वृत्ती वाढू लागली की**

ऊर्व-लोहीर-संयोगक्रिया कमी होत जाते. कौद्व पाण्यात विरघळून कार्बनिक अम्ल बनते. त्याने रेखाटी उजवीकडे झुकते. याशिवाय कौद्व स्वतः लोहीराशी संयोग पावतो, त्यामुळे ती आणखी उजवीकडेच झुकते. तुलनेने पाहता हा परिणामही रेखाटीच्या मध्यभागात म्हणजे २० ते ५० ऊर्व-निर्वृत्तीच्या टप्प्यात विशेष असतो. परिणामतः गात्रागात्रातील कौद्व उत्पन्न **होऊन रक्तात सामील होण्याने सोर्वलोहीराचे विघटन होऊन ऊर्व व लोहीर मोकळे होतात. त्यातला ऊर्व गात्रसंयोगास उपयोगी पडतो आणि लोहीर कौद्व-संयुक्त होते.** परंतु पलमनातील अनुपुटात ऊर्वनिर्वृत्ती ८० ते १०० असते. तेथे लोहीर संपूर्णपणे किंवा बहुशः ऊर्वसंयुक्त होऊन कौद्वविमुक्त होते. लोहीर आणि सोर्वलोहीर दोनही द्रव्ये अम्लधर्मी आहेत. तरी त्यातल्या त्यात **सोर्वलोहीराचे अम्लत्व लोहीरापेक्षा अधिक आहे.** असे असले तरी कौद्व निघून गेल्याने अनुपुटस्थ रक्ताचे अम्लत्व कमीच होते.

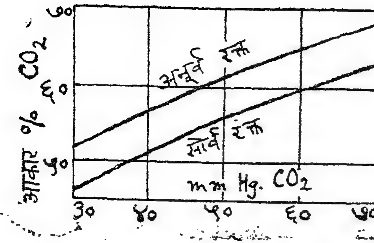
श्वासोच्छ्वासाने होणारे रक्तावरील संस्कार असे :- मध्यममान – अंक.

	पलमन्येतर प्रवेत.	पलमन्येतर प्रतिवेत
ऊर्वनिर्वृत्ती mm Hg.	९८	४०
ऊर्व–आकार %	१९	१४-५
कौद्वनिर्वृत्ती	३९	४६
कौद्व–आकार %	४८	५२
पिलसाचा pH	७·३८	७·३५

कौद्व वायू पाण्यात विरघळणारा आहे. त्याची विद्रुती पाण्यातल्यापेक्षा रक्ताच्या पिलसात आणि संपूर्ण रक्तात पाण्यातल्यापेक्षा अधिक असते. शेजारच्या आकृतीत कौद्वाचा अंशदाब आणि विद्रुतांश यांचा संबंध रेखाटीरूपाने दाखविला आहे. पाणी पिलस व संपूर्ण रक्त अशी तीन विद्रावके घेऊन तीन रेखाटने केली आहेत. पाण्यात विद्रुती सर्वात कमी आहे. पिलसात ६१ mm. अंशदमनापर्यंत रक्तातल्यापेक्षा कमी आणि त्यानंतर अधिक आहे. ठिकठिकाणच्या गात्रात पलमनेतर परिवामधून ऊर्व लोहीरास सोडून मोकळा होतो तेव्हा कौद्वाचा भरणा तेथे होत



आ० ५३·३ पाणी पिलस रुधिर संबंध.



आ० ५३·४ अनूर्व सोर्व रक्त व कौद्रि संबंध.

असतो. कौद्र धारण करण्याच्या पात्रतेसंबंधी ऊर्वरहित केलेले रक्त आणि संपूर्णपणे सोर्व रक्त यांची तुलना दाखविणारी आकृती शेजारी दाखविली आहे. त्यात तिसाहून अधिक mm. ऊर्वनिर्वृत्ती असताना कौद्रधारणसंबधी रेखाटचा काढून दाखविल्या आहेत. त्यावरून **ऊर्व रक्तास सोडून जातो तेव्हा ते रक्त कौद्रधारणेस अधिक अनुकूल होते असे** दिसून येते. प्रत्यक्ष रक्तातील लोहीरद्रव्य पूर्णपणे ऊर्व संयुक्त असते ते पल्मन्येतर प्रवामधे लोहीर गेल्यावर त्यातून ऊर्व मोकळा होतो तरी संपूर्ण ऊर्वमुक्त होत नाही. अंशतः ऊर्वमुक्त होते. म्हणून **कौद्राचा रक्तात भरणा, संपूर्ण ऊर्वयुक्त लोहीर असताना व्हावा त्यापेक्षा अधिक पण संपूर्ण ऊर्वमुक्त लोहीर असताना व्हावा त्यापेक्षा कमी,** असा होतो.

लोहीर ऊर्वाशी संयोग पावते तसे ते कौद्राशीही संयोग पावते. दोनही संयोगाने झालेली संयुगे विक्रिया उलटून विघटित होणारी असतात. **प्रस्तुत संयोग-विक्रिया निवर्ती असतात.** परिस्थितीत थोडासा बदल झाल्याने निवर्तन घडून येते. लोहीराचा कौद्राशी संयोग होऊन बनणाऱ्या द्रव्यांस कार्बामोदीनसंयुगे[1] म्हणतात. लोहीरात अमोदीन घटा NH_2 असतात. त्यावरून हे नाव दिलेले आहे. लोहीररेणूची घटना फार जटिल आहे. त्याच्याच नात्यातील साध्यातसाधे द्रव्य म्हणजे अमोद NH_3. कोरडा अमोद व कौद्र एकत्र येताच संयुक्त होतात. संयोगाने झालेल्या संयुगास अमोदीय कार्बामिक[2] म्हणतात हे द्रव्य ओले करून शेकले असता पाण्याच्या संयोगाने त्यापासून अमोदीय कार्बनिक लवण तयार होते. हे लवण म्हणजेच सामान्य लोकांचा अमोनिया, जो खडे या स्वरूपात मिळतो तो.

1 Carbamino compounds. 2 Carbamic acid.

अमोद NH_3 + कौद्र $CO_2 \longrightarrow NH_2\,COONH_4$ अमोदीय कार्बामिक

$NH_4\,COONH_4 + H_2O \longrightarrow (NH_4)_2\,CO_3$ अमोदीय कार्बनिक

लोहीरास $R\text{-}NH_2$ संबोधिले असताना त्याशी कौद्राची विक्रिया अशी :–



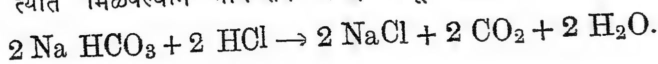
$$R\text{-}NH_2 + CO_2 \rightleftarrows R - NHCOOH.$$

गात्रातून रक्तात जाणाऱ्या कौद्राचा सुमारे पंचमांश असा संयुक्त असतो.

लोहीर हे **रक्तकणिकात असते ते परिवा सोडून बाहेर जात नाही. रक्त-पिलसात प्रोतीन द्रव्ये असतात. त्यापासूनही कौद्वसंयोगाने कार्बामोदीन संयुगे होतात.** आरक्तपेशिकात पस्फुरिक लवणे असतात. कौद्वापासून जे कार्बनिक अम्ल होते त्याची आणि या लवणांची कशी विक्रिया होते ते रक्तप्रकरणी सांगितले आहे. अशी लवणे पिलसातही असतात. याशिवाय उज्जकार्बनिक लवणेही दोही ठिकाणी असतातच. एकूण **कौद्वाची वाटणी** होते ती अशी :–

आरक्त पेशिकातील पस्फुरिक लवणे	२४ %
लोहीर–संयुक्त	२०
पिलसातील प्रोतीन द्रव्ये, कार्बामोदीन द्रव्ये	१०
पिलसातील Ka व Na तुलित HCO_3	४३
केवळ विरघळलेला CO_2	३

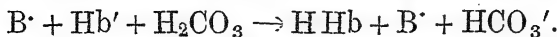
पल्मनात येणाऱ्या रक्तात १०० cc गणिक ५२ cc कौद्व असतो असे वर सांगितले आहे. श्रम करीत असता हा आकडा ६० पर्यंत जाण्याचा संभव असतो. सामान्य पाणी घेतले तर हा आकडा ३ च्या वर जात नाही. पाण्याच्या वीसपट रक्ताचा आहार कशामुळे होतो ? रक्तात इतर द्रव्ये असतात म्हणून. ज्यात कौद्व विरघळलेला आहे असे पाणी घेऊन त्यावर रिक्तावकाश निर्माण केला तर त्यात कौद्ववायू उधळून निघतो. त्याचेच माप शंभरी तीन हे सांगितले. पाण्याच्या ऐवजी सामुद्र उज्जकार्बनिक विरघळा घेतला आणि त्यावर रिक्तावकाश निर्माण केला तर $2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$ या समीकरणास अनुसरून कौद्व निघून येतो. जितका निघून येतो तितकाच शिल्लक राहतो. हराम्ल HCl त्यात मिळवल्याने मात्र सर्व कौद्व निघून येतो.



$$2\,Na\,HCO_3 + 2\,HCl \rightarrow 2\,NaCl + 2\,CO_2 + 2\,H_2O.$$

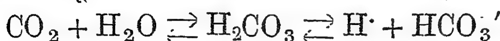
रक्तातील कौद्व वायू सर्वशः बाहेर निघून येण्यास अम्लाचे साहाय्य लागत नाही. रक्त रिक्तावकाशात सर्व कौद्ववायू सोडून देते. अम्लाची कामगिरी येथे रक्तकणिका (आरक्तपेशिका) करीत असतात. **पिलस घेऊन त्यातील सर्व कौद्ववायू रिक्तावकाशात काढून घेतल्यावर मग त्यात रक्तकणिका मिसळल्या तर अम्ल मिसळल्यासारखाच परिणाम होतो. सर्व कौद्ववायू निघून येतो.** सोर्व

आणि ऊर्वहीन लोहीर दोनही अम्लद्रव्ये आहेत. ती धनदलाशी तोल धरू शकतात. धनदलास B˙ (Base) आणि लोहीराला Hb अशी चिन्हे आहेत.



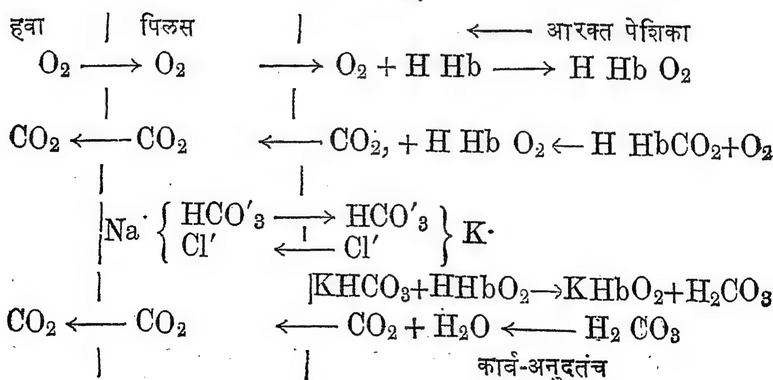
$$B^{\cdot} + Hb' + H_2CO_3 \rightarrow H\,Hb + B^{\cdot} + HCO_3'.$$

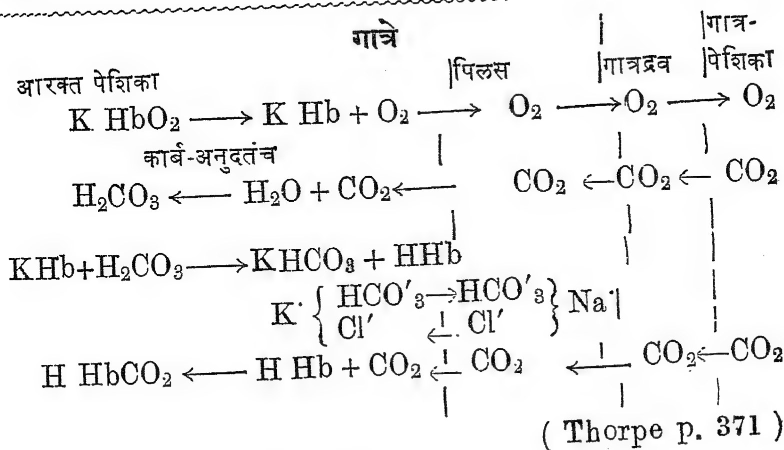
कौद्बवायू पाण्यात विरघळला असता विक्रिया होतात त्या अशा :-



$$CO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2CO_3 \rightleftarrows H^{\cdot} + HCO_3'$$

कौद्बवायू व पाणी यांच्या ज्या विक्रिया आता दर्शविल्या त्या घडून तोल प्रस्थापित होण्याला सुमारे १०० सेकंदे लागतात. परंतु वस्तुतः त्या एका सेकंदात घडून येतात, कारण परिवामधे राहण्यास रक्ताला अधिक वेळच मिळत नाही. हा विक्रियावेग शंभरपट होण्याचे कारण असे आहे की, **आरक्तपेशिकात एक वितंचक असते त्याला कार्ब-अनूद-तंच[२] म्हणतात.** हे वितंचक प्रोतीनद्रव्य असून त्याचा एक घटक जस्त हा आहे. गात्रागात्रात कौद्ब उत्पन्न होऊन पिलसात आणि नंतर आरक्तपेशिकात प्रवेश करतो. तेथे कार्ब-अनूदतंचाच्या योगाने कार्बनिक अम्ल H_2CO_3 तयार होते. काही कार्बनिक अम्ल आरक्तपेशिकातील लवणांशी विक्रिया पावते आणि काही परत पिलसात येते. त्याची तेथील लवणांशीही विक्रिया होते. पल्मन्य प्रतिवामधे कार्ब-अनूद-तंचाच्या योगाने कौद्ब उदकातून मोकळा होतो तो पिलसद्वारा अनुपुटस्थ अनिलात सामील होतो. श्वसनत्रियांचा विक्रियापट कोष्टकात मांडून दाखविता येतो तो असा :-





(Thorpe p. 371)

1 Carbonic anhydrase.

रक्तपेशिकांच्या तटाच्या आत बाहेर K· व N·a जाऊ शकत नाहीत. धन ऋण रेणुदलांचा तोल राखण्याच्या स्वाभाविक प्रवृत्तींमुळे, Cl′ दले आतबाहेर जाऊ शकतात. त्यांची चलबिचल कशी होते ते वरील कोष्टकात दिसत आहे. या चलनास **हरकसृती**[1] म्हणतात.

1 Chloride-shift.

Hb ऊर्वरहित लोहीर

HbO_2 अथवा $HHbO_2$ Oxyheamoglobin सोर्व लोहीर

श्वसनक्रियेला चेतना कोठून मिळतात ते पाहू जाता असे आढळते की, मस्तुकामधे एक लहानशी जागा आहे तेथून या चेतना येत असतात. या जागेस श्वसनमर्म म्हणतात. श्वसनाचे जे स्नायू आहेत त्यांच्याशी या मर्माचा संबंध ज्या तंतूच्या द्वारा येतो ते तुटले असता श्वसन बंद पडते. आपण आपल्या इच्छेनें श्वसनात थोडासा फरक करू शकतो आणि ते थोडासा वेळ थांबवूही शकतो. तेव्हा मस्तकाच्या या मर्माशी संबंध असला पाहिजे हे निर्विवाद आहे. तथापि हा संबंध जोडणारे तंतू किंवा मस्तकात एकादी तशी जागा की जीस श्वसनमर्म म्हणता येईल अशी समजून आलेली नाही. श्वसनमर्म मस्तुकवर्णनात (भाग १ पृष्ठ ३९२) सांगितले आहे. तेथेच तंतुकुंजही सांगितला आहे. त्यातच हे मर्म गुंतलेले आहे. या मर्माच्या पुरस्थ भागास चेतना दिली असता आश्वसनास प्रेरणा मिळते आणि पश्च भागास चेतना दिल्याने उत्-श्वसनास प्रेरणा मिळते. यावरून प्रस्तुत मर्माचे आश्वसन मर्म आणि उच्छ्वसनमर्म असे दोन भाग गणले जातात. **श्वसन-मर्मात चेतनास्पंद**, आश्वसन व उच्छ्वसन, एकसारखे चालू असतात. एकात चेतना

उसळतात तेव्हा दुसऱ्यात शमतात आणि दुसऱ्यात उसळतात तेव्हा पहिल्यात शमतात. हे **स्पंद स्वयंभू** असावे असे मानण्याकडे संशोधकांचा कल आहे.

श्वसनमर्माला **अंतर्मुख चेतना** मिळतात त्या **विगूढा चेतनीच्या तंतूतून.** या तंतूंचा या मर्माशी संबंध तुटला असता श्वसन बंद पडत नाही पण अधिक खोल आणि मंद होते. विगूढेच्या द्वारा जाणाऱ्या चेतना आश्वसनाचे निस्तेजन[1] करणाऱ्या आहेत. विगूढातंतू पल्मन्यपुटिकांच्या आस्तराला लागून असतात. हे आस्तर आश्वसनाने ताणले जाते तेव्हा त्यात चेतना उत्पन्न होतात त्या आश्वसनमर्माकडे जातात. स्नायूमधन वर मेंदूकडे चेतना जातात. आश्वसनाने आश्वसनाच्या स्नायूतून त्या जातात आणि उच्छ्वसनाने उच्छ्वसनाच्या स्नायूतून त्या निघतात. पहिल्या परावर्तनाने उच्छ्वसनाच्या मर्मास प्रेरणा देतात तर दुसऱ्या आश्वसनाच्या मर्मास प्रेरणा देतात असेही संभवते. ही स्वयंभू किंवा जन्मसिद्ध परावर्तने झाली. यानाच उपजत किंवा सहज असेही म्हणता येईल. मस्तकछालीत जे संचालन-क्षेत्र म्हणून सांगितले त्याच्या पुढच्या भागाच्या शेजारी पुढील अंगास एक लहानशी जागा आहे तेथे विगूढातंतूतून जाणाऱ्या चेतना जातात, असे काही संशोधकांना आढळून आले आहे. त्यांच्या मते श्वसनासंबंधी परावर्तने येथून होत असावीत. या सामान्य परावर्तनांखेरीज **बरीचशी संवर्तने या श्वसनक्रियेशी जोडली गेली असली पाहिजेत** यात संशय नाही. कारण श्वसनक्रिया ही सतत चालणारी क्रिया आहे.

1 Depression.

श्वसन थोडा वेळ थांबवू म्हटले तर थांबवता येते पण नंतर लगेच श्वसन करण्याची अंतःप्रवृत्ती अनावर होऊन श्वास घ्यावाच लागतो. २० किंवा ३० सेकंदभर श्वास थांबवणे (कुंभक करणे) कठीण आहे. याच्या उलट तितकाच वेळ मुद्दाम भराभरा श्वासोच्छ्वास केला तर कुंभक करावा अशीच अंतःस्फूर्ती होते आणि २० ते ३० सेकंदच काय पण ६० सेकंदभर सुद्धा कुंभक करणे कठीण जात नाही. मुद्दाम अधिक श्वसन केले असतां रक्तात अधिक ऊर्व सामावण्याचा संभव नसतो. कारण सामान्य श्वसनाने रक्तात भरपूर ऊर्व O_2 आलेलाच असतो. तथापि **अधिक श्वसनाने कौद्वनिर्यात मात्र जादा होते. कौद्व रक्तात कमी होतो. म्हणून कुंभक करण्याची प्रवृत्ती होते.** सामान्यतः श्वास घेण्याला प्रेरणा कौद्वाच्यामुळे होते असाच याचा अर्थ आहे. श्वास मुद्दाम थांबवल्याने कौद्वाचे रक्तातील प्रमाण वाढते आणि परिणामी श्वास घेण्यास प्रेरणा मिळते. श्वासाने आत घ्यावयाच्या हवेत जर मुद्दाम कौद्व CO_2 ५ ते ८ टक्कयापर्यंत भरला तर श्वासागणिक ०·५, ०·६ च्या ऐवजी २ ते २·५ लिटर हवा घेतली जाते आणि मिनिटागणिक श्वासही

१२, १४ च्या ऐवजी २०, २२ होऊ लागतात. श्वसनाची गाढता[1] आणि कंप्रता[2] दोनही वाढतात; पलमन्य वातायन ४० ते ५५ पर्यंत वाढते. **रक्तात कौद्वभरणा ०.०१ टक्का इतका अधिक झाला तरी पलमन्यवातायन ५ टक्कयाने वाढते.** परिणामतः कौद्वनिर्यात वाढते आणि त्याचे रक्तातील प्रमाण कमी कमी होते. **कौद्वाने होणारे श्वसनाचे उत्तेजन स्वयंनियमन करणारेच ठरते.**

1 Depth. 2 Frequency.

कुंभकानंतर श्वास घेण्याची प्रवृत्ती बळावते याचे कारण कौद्वभरती त्याचप्रमाणे ऊर्वत्रुटी[1] असेही असण्याचा संभव आहे. प्रयोग करून पाहता असे आढळले की, श्वसनाकरता घेतलेल्या हवेतील **ऊर्वत्रुटीने पलमन्यवातायन फार तर दोन अडीच पट होते, परंतु कौद्वभरती झाल्याने मात्र सात आठ पट होते.** तेव्हा कौद्वभरती हीच विशेष प्रभावी आहे यात शंका उरत नाही. हे कळून आल्यामुळे विषारी वायू शरीरात गेल्यास त्यावर उतारा म्हणून ५० ते ६० टक्के ऊर्व आणि ४, ५ टक्के कौद्व असलेली हवा देणे हा उपाय योजण्याचा प्रघात पडला आहे. सामान्य हवेत २० टक्के ऊर्व असतो. त्याहून अधिक आणि सामान्य हवेतल्यापेक्षा पुष्कळच अधिक कौद्व उपचार म्हणून वापरता येण्याची शक्यता कळून येते. ऊर्वत्रुटी होऊ न देता कौद्वभरणा केल्याने ऊर्व पाहिजे तेवढा किंवहुना अधिकही देण्याची व्यवस्था करून श्वसनास उत्तेजन देता येते. कौद्व हे श्वसनमर्मास उत्कृष्ट उत्तेजन देणारे असून त्यापासून पाण्यात उत्पन्न होणारे कार्बनिक अम्लही तसेच उत्तेजक आहे. इतर अम्लापासून इतके उत्तेजन मिळत नाही. याचे कारण असे असावे की **कार्बनिक अम्ल इतरापेक्षा अधिक त्वरेने चैतन पेशिकांच्या अंतरंगात शिरू शकते.** 1 Anoxia.

महाप्रवेची कमान आणि करोटीयाप्रवेचा अंत्य भाग यापासून अंतर्मुख चैतन तंतू मेंदूकडे जातात त्यायोगे अभिसरणाचे नियमन होते असे पूर्वी सांगितले आहे. त्या ठिकाणी निघणारे तंतू श्वसनमर्मासही जाणारे आहेत. हे संबंध तुटले असताना ऊर्वत्रुटीने श्वसनास उत्तेजन मिळत नाही इतकेच नव्हे तर काहीसे निस्तेजनच मिळते, श्वासोच्छ्वास कमी होतात. ऊर्वत्रुटीचा हा परिणाम रक्तद्वाराच श्वसनमर्मावर होत असतो. या वेळी कौद्वभरतीही होत असते ती वाढते तेव्हा हा अल्पसा निस्तेजक परिणाम हटून श्वसनमर्मास कार्बनिकाम्लाने विशेष उत्तेजन मिळते. हा थेटचा परिणाम झाला. पण चैतनतंतू अभंग असतात तेव्हा **महाप्रवा व करोटीय गुलिका यातून निघणाऱ्या अंतर्मुख चेतनामुळेही श्वसनास उत्तेजन मिळत असते.** हे उत्तेजन श्वसनाच्या आश्वसनभागास आहे हे उघड आहे. प्रस्तुत

रक्तवाहिन्यातून मेंदूकडे चेतना नेणाऱ्या तंतूस **रसायापक**[1] म्हणतात. रसायापक म्हणजे रसायनामुळे मर्मात चेतनांची आयात करणारे. वरती स्नायूमधून श्वसन-मर्माकडे चेतना नेणारे तंतू सांगितले ते **यामिकायापक**[2] होत. कौद्रवायूचा जादा भरणा श्वासात केल्याने पलमन्यवातायन ६०,७० लिटर पर्यंत वाढू शकते. परंतु स्नायुपरिश्रम करीत असता ते १००,१२० पर्यंतही वाढते. हा परिणाम अर्थात् केवळ कौद्र भरण्याचा नाही तर त्याच्या जोडीला यामिकायापक-द्वारा जाणाऱ्या चेतनांच्या परावर्तनाचाही आहे असे सिद्ध होते. हे परावर्तन सहजपरावर्तन या स्वरूपाचे असते. यात काही भर संवर्तनाचीही असण्याचा संभव आहे. असे म्हणण्याचे कारण असे की, स्वप्रयत्नाने हात पाय न हालवता ते दुसऱ्याकडून हालवून घेतले तरीदेखील पलमन्यवातायनात स्पष्टपणे भर पडल्याचे आढळून येते.

1 Chemoreceptors. 2 Mechanoreceptors.

मनुष्याचा सामान्य संचार भूमीवर असतो. परंतु विशेष कामाकरता काही माणसे हवेने भरलेल्या लोखंडी हंडीत बसून **समुद्रात पाण्याखाली शेपन्नास मीटरपर्यंत जातात.** ९० मीटर खाली गेल्याने शरीरावरील वायुदमन १० वातावराइतके होते, खोलातून वर निघताना सावकाशीने निघणे अगत्याचे असते. असे न केल्यास शरीरास **अपाय होतो तो रक्तात विरघळलेल्या नत्रवायूच्या बुडबुड्यांनी झालेला असतो.** वायु विरघळण्याचे प्रमाण दमनाच्या समप्रमाणात असते. दाब कमी झाल्याने वायूचे बुडबुडे निघू लागतात. सावकाशीने ते बारीक राहून अपाय न करता निघून जातात. घाईने ते मोठे होऊन बारीक रक्तवाहिन्यात अडकतात. रुधिराभिसरणास त्यांचा व्यत्यय होतो. ऊर्व व कौद्र यांची शरीरात इतर द्रव्यांशी विक्रिया होत असल्याने निराळी वाट लागते पण नत्रवायूचे तसे नाही. **नत्रवायू चैतनगात्रातील ओषटात विशेष विद्राव्य असल्याने त्यातच पुष्कळसा प्रथम बुडी घेताना शिरतो** पण वर निघताना बुडबुडे होऊन तोच विशेष जोराने निघतो. असे बुडबुडे हृदयातील रक्तवाहिन्यात उत्पन्न झाल्याने तेथील अभिसरण बिघडून मृत्य ओढवण्याचाही संभव असतो. सावकाशीने दाब उतरवणे हाच सुरक्षित उपाय आहे.

प्रत्येक गात्रातील चयनव्यापाराकरता ऊर्वाची गरज असते. हे द्रव्य कमी पडले असता हरएक गात्राचे चयन बिघडते. काही अवयवातील बिघाड लवकर होतो काहीतील उशिरा होतो. काहीतील बिघाड थोडा तर काहीतील फार असतो. सर्वा आधी मस्तक बिघडते मग वृक्क यकृत हृदय इत्यादी आणि सरतेशेवटी कांकालिक मांस. पुरेसा ऊर्व न मिळणे यास **ऊर्वालाभ**[1] असे नाव

आहे. ऊर्वालाभाने प्रथम श्वसनास उत्तेजन मिळते पण तेवढ्याने हा अलाभ दूर न झाला तर श्वसनाचे निस्तेजन होते. श्वसनाचा ठेका बिघडतो. दहा पाच श्वासोच्छ्वास मोठाले होतात आणि मग दहा पाच सेकंदभर पूर्ण विराम होतो. याला दीर्घ विराम–श्वसन म्हणतात. यानंतर अगदी कोते श्वास होतात. रक्तदमन कमी पडते. नाडी अनियमित आणि अगदी अधू होते. भोवळ येते, मूर्च्छा येते,[1] शेवटी मृत्यूही येतो.

1 Hypoxia.

खोल समुद्रात जाण्याऐवजी उंच आकाशात प्रवास करताना सहजच ऊर्वालाभ होत जातो. हा प्रवास सावकाशपणे आणि थोड्याशा उंचीपर्यंतच केला असता ऊर्वालाभाची बाधा होऊ नये अशी व्यवस्था शरीरात स्वाभाविकपणे होत असते. यात्रीलोक केदार व बदरी या हिमालयशिखरापर्यंत चढतात तेव्हा ३ किलोमीटर उंची गाठण्यास ते १०, १२ दिवस घेतात. इतक्या उंचीवर चार महिने सतत राहणारे लोक आहेत. त्यांना तेथील हवेने काही अपाय होत नाही. परंतु जे एरवी एकाद्या किलोमीटराच्या खालीच राहतात आणि थोड्याच दिवसात वर चढतात त्यांना अपाय होतो. समुद्रसपाटीस ऊर्वदमन १५० असते त्यावेळी रक्त ९७ % ऊर्वपूरित असते. ३ किलोमीटरावर ऊर्वदमन ११२ पर्यंत उतरते. त्या वेळी रक्त ९५ टक्के ऊर्वपूरित होते. एवढ्या उताराने अपाय होत नाही. **संभाव्य अपाय टाळण्याची योजना शरीरात होते ती रक्तातील आरक्तपेशिकांची संख्यावाढ ही होय.** ही वाढ १ mm^3 मध्ये ८० लाख (८ प्रयुत) पर्यंत होऊ शकते. यामुळे पुरेसा ऊर्व शरीरास मिळू शकतो. ही वाढ होण्यास काही दिवस लागतात तोवर हृदयाचा मिनिटरक्ताकार वाढतो, आणि पल्मन्य-वातायनही वाढते. ४ ते ५ किलोमीटर उंचीवर जाता प्रथम उल्हास वाटतो पण नंतर लवकरच उत्साह लोपतो, श्वसन अनियमित होते, नाडी अतित्वरित होते आणि शेवटी पूर्ण शक्तिलोप होतो. ज्यांना उंच उड्डाण करावयाचे असते ते अंगावर हवेचा योग्य दाब ठेवणारा आणि भरपूर ऊर्व पुरवणारा वेष धारण करूनच हे साहस यशस्वीपणे करू शकतात. **योग्य दाबा-अभावी पल्मनातील रक्तवाहिन्या फुटतात.** आतल्या दाबाचा हा परिणाम होय. **झपाट्याने आकाशात जाताना विरघळलेला नत्रवायू बाहेर निघून अपाय होतो.**

उंचावर गेल्याने श्वसित हवेत ऊर्वसंहती कमी होते पण उच्छ्वसितात कौद्व व बाष्पक यांची संहती तीच राहते, कमी होत नाही कारण ती द्रव्ये शरीरातच उत्पन्न होतात. त्यामुळे केवळ उंचीवर हवा विरळ झाल्यामुळे ऊर्व कमी होणार

त्याहूनही तो आणखी कमी होतो. **१८००० फुटावर श्वसितात ऊर्व असावा तितका तो १७००० फूट उंचीवरच असल्यासारखी स्थिती होते.**

१०,००० फूट उंचीवर ऊर्वसंहती रक्तात ९० टक्के होते त्यामुळे श्वसनास विशेष अडचण भासत नाही. तरी दृष्टीत कमतरता उत्पन्न होते. विशेषतः रात्री दृष्टीची तीव्रता कमी होते. १२००० वर मनःशक्तीवर परिणाम दिसून येतो. तर्क चालवण्यास कमतरता येते आणि अकारण उल्लास वाटू लागतो. १८००० उंचीवर ऊर्वसंहती ७०% पर्यंत उतरते. तेव्हा श्वसनत्वरा वाढते. हृदयक्रिया त्वरावते. हृदयाची रक्तनिर्यात वाढते. तथापि रक्तदमन वाढत नाही. फुप्फुसातील वायुदाव कमी झाल्याने मेखलिका विस्तारतात. तेवढ्याने हृदयास पाहिजे तेवढा रक्तपुरवठा होतो. कर्मकौशल मात्र कमी होते. १८००० ते ३०००० पर्यंत स्नायुक्रियात विसंगती उत्पन्न होते. स्नायूंना कंप येतात. श्वसन कमी होत जाते, ते किंचित् काल थांबते आणि पुनः तसेच चालू होते. हे दुष्परिणाम सर्वात सारखे होतात असे नाही. व्यक्तिशः भेद बरेच असतात. **ऊर्वसंहती ६०% च्या खाली जाते तेव्हा माणूस गैरशुद्ध होतो.** २५००० ते ३०००० फूट उंचीवर गेल्यावर सर्वांवर शुद्ध जाण्याचा प्रसंग येतो. हे परिणाम श्रम करीत गेल्याने लवकर होतात हे साहजिकच आहे. कारण श्रमाकरता ऊर्वपुरवठा अधिक असतो. **विमान चालवणाऱ्या माणसाना १०,००० च्या वर जाताच खास ऊर्वपुरवठा करणे अवश्य असते.** नाहीतर त्याच्या हातून योग्य कामगिरी होणार नाही. ३०,००० च्या वर नुसत्या ऊर्व पुरवठ्यानेही भागणार नाही. एकंदर त्वचेवर हवेचा दाव ठेवणेही अवश्य असते. त्याकरता विशेष वेष धारण करावा लागतो. ही वैमानिकाची गोष्ट झाली. जे लोक पायी सावकाशपणे उंचावर चढतात त्यानाही क्रमाने वरीलप्रमाणे विकार होतात पण ते सौम्य असतात. शरीरात लोहितार्ची वाढ होते, रक्तपेशिकांची संख्यावाढही होते. त्यामुळे काही स्वास्थ्य लाभते. हिमालयाचे वरिष्ठ शिखर २९,००० फूट उंचीवर आहे. तेथे ऊर्व पुरवठा घेऊन लोक जाऊन आलेले आहेत. हिलरी व तेनसिंग यांनी या शिखरावर पोचण्यालगत पूर्वीच्या मुक्कामात विश्रांतीच्या वेळी रात्री चार तास मिनिटास तीन लिटर याप्रमाणे ऊर्ववायू घेतला. माथ्यावर पोचल्यानंतर हिलरी ऊर्व वायू न घेता आठ मिनिटे इकडेतिकडे हिंडला, मग त्याला थकवा आल्यामुळे पुनः ऊर्ववायू घ्यावा लागला.

ऊर्वासंबंधी जे सुयोजन घडून येते ते टिकाऊ होणे १८,००० च्या वर शक्य नसते, अधिक उंचीवर निद्रानाश, रुचिनाश, क्षुधानाश ही ओढवतात.

महिन्या दीडमहिन्यापेक्षा अधिक काळ राहणे कोणासही साधलेले

ोने ऊर्वसंहती कमी होते म्हणून श्वसनत्वरा वाढते त्यामुळे श्रम
्रम करण्याची शक्ती अर्थातच कमी होते. २०,००० च्या वर ती
सनत्वरा वाढल्याने ऊर्व अधिक मिळण्याची सोय होते हे खरे
ासात कौद्व व बाष्पक यांची वाढ होते आणि त्यामुळे उष्णता-
उत्तरोत्तर या गोष्टींची वाढ इतकी होते की शरीरास अवश्य
खणे अशक्य होऊन जाते. **वाढत्या श्वसनत्वरेचे कारण दमनाचा** आणि दुसरे अम्लताधिक्य हेही असते. या आधिक्याचा निरास
ल्काच्या उत्सर्गाने होतो. अर्थात् पहिले कारणच बलवत्तर ठरते.

इवेचा सराव झाला तरी **कुंभक सोसण्याचा अवधी बराच कमी**
ाव झाल्याने कौद्वाने श्वसनप्रेरणा मिळण्याचा संभव बराच
इतीने पूर्वसिद्ध प्रेरणा मिळू शकते. उंचीवर सरावलेला माणूस
म्हणजे मात्र कौद्वप्रेरणा एरवीपेक्षा अधिक लागू पडते. श्रम
म्लता हटविली गेल्याने ती आटोक्यात राहते.

त अवश्य असल्यामुळे त्याचा तुटवडा अपायकारक ठरावा हे
काही मर्यादेपलीकडे त्याचे आधिक्यही बाधक ठरते. **एक
लेला शुद्ध ऊर्व वायु एका अहोरात्रापेक्षा अधिक वेळ शरीरात
ासून अपाय होतो.** पलमने सुजतात. यापेक्षा कमी काळ
आल्याने अपाय होत नाही. नवजात बालकांच्या बाबतीत
च्या .पेक्षा जास्त असल्यास अपाय करतो. मोठ्या माणसाना
ट किंवा अधिक दाबाच्या ऊर्वाने अल्पकालातही अपाय होतो.
ारक होण्याची कारणे तीन संभवतात ती अशी :–

ऊर्वाचा भरणा अतिशयित झाल्याने मलरूप कौद्व त्यात येण्यास

ा योगाने गात्रागात्रातील वितंचके बिघडतात.

्याने मेंदूतील रक्तवाहिन्या आकुंचित होऊन त्यात रक्ताचे
चालत नाही.

प्रकरण ५४

पचनमीमांसा

अन्न पोटात गेल्यावर काही वेळाने ते अंशतः तरी निदान रक्तात सामील होण्यायोग्य होते; असे होणे म्हणजेच त्याचे पचन होय. पचनाने जी स्वीकार्य द्रव्ये उत्पन्न होतात ती विपाकद्रव्ये[1] होत. ती बहुशः आतड्याच्या रक्तवाहिन्यात आणि लिफवाहिन्यात शोषली जातात. हे अभिशोषण[2] होय. शरीराच्या अनेक गात्रांपैकी रक्त हे एक गात्र आहे. रक्तेतर सर्व गात्रात लिफावकाश असतात. गात्रपेशिकांभोवती त्यांचा वेढाच पडलेला असतो. रक्ताच्या परिवाहिन्यातून पाझरा लिफावकाशात जातो, त्यात अन्नविपाक असतात. गात्रपेशिका त्यांचा उपयोग आपली झीज भरून काढण्याकरता किंवा शक्तिसंपादनाकरता करतात. हा उपयोग म्हणजे परिपचन[3] किंवा परिपाक होय. अन्नाचा विचार विस्तरशः केला आहे. आता अन्नपचनाचा विचार करावयाचा आहे.

1 Products of digestion. 2 Absorption.
3 Assimilation.

अन्नाचा शरीरातील प्रवास तोंडापासून सुरू होतो. तेथे त्याचे पचन काही होत नाही म्हटले तरी चालेल. परंतु थोडेसे होऊ शकते हेही खरे आहे. धान्याचे दाणे, भिजवलेले किंवा शिजवलेले, तोंडात जरा वेळ धरले तर ते पहिल्यापेक्षा गोड होतात. हे त्याचे अंशतः पचनच असते. ते लाळेच्या योगाने झालेले असते, हे उघडच आहे. ढोबळ अन्न चुरडून आणि कोरडे अन्न ओलवून गोळा झाल्याशिवाय गिळले जात नाही. या कामी जो वेळ लागतो तेवढ्या वेळात **लाळेच्या योगाने काही पचन घडते**. ते केवळ शार्कर द्रव्याचेच असते. त्यापासून प्रथमतः **धान्यशर्करा** होते आणि तिजपासून नंतर **द्राक्षशर्करा** तयार होते. या दोन विक्रिया घडवून आणणारी दोन वितंचके असतात. एक ष्ठीवीन[1]. याने पहिली विक्रिया घडते. दुसऱ्याचे नाव धान्यजातंच[2]. त्याने दुसरी विक्रिया घडते. लाळ अल्कधर्मी असते. **अल्काचे निराकरण जठरातील अम्लाने होईपर्यंत** या विक्रिया चालू राहतात, नंतर बंद पडतात. भात भाजी इत्यादींचा घास गिळल्यानंतर त्यात जठररस शिरून अल्क नाहीसे होईपर्यंत २०, २५, मिनिटे देखील जाण्याचा संभव असतो. लाळेची लक्षणे अशीः—

२४ तासात स्रावराशी १२०० ते १५०० cc.
pH प्रथमतः सुमारे ७ असतो. थोडयाच वेळात ७·४ ते ८ पर्यंत त्याची वाढ होते. एवढया वेळात CO_2 उडून जाऊन $CaCO_3$ चा निपात होतो. आरंभी $Ca(HCO_3)_2$ – हे लवण असते त्याची अशी विक्रिया घडते. लवणे सुमारे. ०·२% असतात. त्यात $Na^{\cdot}$, $K^{\cdot}$, $Ca^{\cdot\cdot}$, $Mg^{\cdot\cdot}$ आणि HCO_3', Cl', SO_4'' H_2PO_4' इ० दले असतात. प्रोतीन सुमारे ०·३% असते. त्यात ष्ठीवीन व धान्यजातंच असतात. 1 Ptyalin. 2 Maltase.

लाळेत कफ असतो तो अवजिव्ह प्रपिंडाच्या स्रावात विशेष असतो. अवकर्ण प्रपिंडाच्या स्रावात पाणी विशेष असते आणि अवहानव प्रपिंडाच्या स्रावात कफ मध्यम मानाचा असतो.

अन्न जठरात गेल्यावर त्याच्या प्रकाराच्या आणि आकाराच्या मानाने विविध वेळ ते तेथे राहते. पेलाभर दूध घतले तर ते एकादा तासभर राहते, दोन तीन पेले घेतले तर दुप्पट वेळ राहते. १०० ग्राम प्रोतीन ज्यात आहे अशी मिठाई घेतली तर दोन तास राहते; अंडयांचा काला किंवा पोळी घेतली तर अडीच तास राहते; मासे घेतले तर थोडा अधिक वेळ राहतात आणि मेंढीमांस घेतले तर आणखी जास्त वेळ, सुमारे तीन तास राहते. कोंबडीचे मास त्याहूनही अधिक काळ राहते. ५० ग्राम प्रोतीन ज्यात बरेच आहे अशी बदामबी घेतली तर तीसुद्धा तब्बल चार तास राहते. पूर्ण भोजन भात भाकरी पोळीचे केले तर ते अन्न जठरात चारसहा तास देखील राहते.

जठरामधे जो पाचकस्राव उत्पन्न होतो त्यात ०·२ ते ०·५ टक्का HCl असते. (त्यामुळे त्याचा pH ०·८ ते १ होतो.)⊙ शुद्ध स्राव जरी पुष्कळ अम्लधर्मी असला तरी लाळेच्या आणि अन्नाच्या मिश्रणाने त्यातील अम्लाचा निरास पुष्कळ अंशी लवकरच होतो. लाळेत पाणी असते. त्याने आणि अन्नातील पाण्यानेही अम्ल विरळ होते. लाळेतील सामुद्रादि अल्कलवणाने त्याचे नकारण होते. कफात जे कफीन असते त्याचा हराम्लाशी संयोग होतो. कफ लाळेत तसा स्वतः जठराच्या स्रावातही असतो. अन्नातील प्रोतीनद्रव्यांचा हराम्लाशी संयोग होतो. याखेरीज काही काळ गेल्यावर आतडयातील स्राव उरफाटा जठरात येतो तो अल्कधर्मी असतो. त्याने देखील अम्लनकारण होते.

जठरस्रावात ०·५५ टक्का विरघळलेली द्रव्ये असतात. त्यांपैकी ०·४ पाचक वितंचके असतात आणि बाकीचा अंश अकार्बनी लवणांचा असतो. लवण-

(⊙ रक्तप्रकरणी pH पहा.)

दले असतात ती अशी :- $Na^{\cdot}$, $K^{\cdot}$, $NH_4^{\cdot}$, $Ca^{\cdot\cdot}$, $Mg^{\cdot\cdot}$, Cl', HSO_4', H_2PO_4' HPO_4'' जठरस्रावातील प्रमुख वितंचक प्रोततंच[1] हे असते. त्याने प्रोतीनापासून **उपप्रोतीन द्रव्ये** तयार होतात. यातही आप्रोतीन[2], प्रोतीय[3] आणि प्रोतीन्य[4] असे तीन प्रकार आहेत. आप्रोतीन हे जवळ जवळ प्रोतीनासारखे असते. प्रोतीनरेणूतून एकादा बारीकसा तुकडा तुटून गेलेला असतो. प्रोतीय बनताना प्रोतीनरेणूतून अनेक मोठाले तुकडे उडालेले असतात, तरी त्या प्रत्येक तुकड्यात नत्राणू असतातच. प्रोतीन द्रव्ये याहीपेक्षा लहान लहान रेणूंची बनलेली असतात, प्रोतीन रैणवभार १७००० किंवा त्याच्या शेपन्नास पट मोठा असतो. प्रोतीन पचनाने रक्तात सामील होण्याजोगे व्हावयाचे असते ते अमोदीन अम्ल होय. त्याचा रैणवभार २०० च्या सुमारात असतो. इतक्या विभागणीचे पहिले तीन टप्पे आता सांगितले. यानंतरचा टप्पा बहुप्रोतव्य[5] हा असतो. यात प्रोतव्य दुवे पुष्कळ असतात. एक अमोदीन अम्ल ज्या दुव्यांने दुसऱ्या अमोदीनाम्लास जोडले जाते तो दुवा प्रोतव्य CONH होय. यालाच प्रोतांशिक असेही म्हणतात, कारण असे द्रव्य प्रोतद्रव्यातील एक अंश अशा स्वरूपाचे असते. अमोदीन अम्ले पाण्यात विद्राव्य आहेत. काही प्रोतीन द्रव्ये अविद्राव्य तर काही विद्राव्य आहेत. अविद्राव्य प्रोतीनापासूनही क्रमाक्रमाने अधिकाधिक विद्राव्य उपप्रोतीने उत्पन्न होतात आणि **शेवटी अमोदीनाम्ले** उत्पन्न होतात. **जठरात सहसा अमोदीनाम्ले उत्पन्न होत नाहीत, उपप्रोतीनेच उत्पन्न होतात.** जठरस्रुतात या कामी उपयोगी पडणारे वितंचक द्रव्य असते त्यास प्रोततंच म्हटले आहे. **हराम्ल** आणि **प्रोततंच** यांनी या विक्रिया घडून येतात.

1 Pepsin. 2 Metaprotein. 3 Proteose. 4 Peptone. 5 Polypeptide.

जठरस्रुतात दुसरे वितंचक असते ते **बालकांच्या जठरात** मात्र असते. त्याने दुधाच्या बारीक बारीक कवड्या बनतात. जठरस्रुतात याच्या बरोबर हराम्ल असते. पण ते नसताना किंवा अल्प असताना देखील ही दुधाची कवडी बनण्याची क्रिया घडून येतेच. या वितंचकास **जाठरतंच**[1] असे नाव दिले आहे. प्रौढ माणसाच्या जठरस्रुतात ते नसते. तथापि प्रोततंचाच्या योगाने देखील दुधाची कवडी होते. मात्र या गोष्टीस हराम्लाचे साहाय्य अवश्य असते. त्याशिवाय ही गोष्ट घडत नाही.

1 Rennin.

येथे असा प्रश्न उद्भवतो की जठरास्तर स्वतः प्रोतीनाचे बनलेले असते. ते स्वतःसच कसे पचवीत नाही? उत्तर असे आहे की या आस्तराच्या घटनेत

कफप्रोतीन असते ते पचनीय नसते. अन्नामधे असले प्रोतीन आले तरी तेही पचविले जात नाही. अस्थी व कास्थी यात असले प्रोतीन असते ते पचविले जात नाही. चिवट गात्रात आततीन असते तेही पचनीय नसते. पाचक रस ज्यातून स्रवतो त्या प्रपिंडात तो आयत्या वेळी तयार होतो, आगाऊ तयार नसतो. प्रपिंडात इतर पचनीय प्रोतीन असले तरी ते पचनी पडण्यास अवसर नसतो. एकंदर प्रावनीच्या आस्तरावर कफलेप असतो तो अपचनीय असतो त्याने त्या आस्तराचे रक्षण होते.

जठरस्रुतात तिसरे वितंचक असते ते **ओषटलंच**[1] होय. त्याच्या योगाने ओषटापासून घृतीन व एकाद दुसरे सरबद्ध अम्ल उत्पन्न होते. हे ओषटाचे पचनही विशेषतः बालकाच्या जठरातच स्पष्ट असते. प्रौढाच्या बाबतीत ते अगदीच थोडकेसे असते. बालकाच्या जठरात अम्ल थोडकेच असते. प्रौढाच्या जठरात अधिक असते. इतक्या अम्लासमवेत या वितंचकाची क्रिया होत नाही, ते निरुपयोगी ठरते. अम्लत्व काही कारणाने कमी झाले तरच त्याचा उपयोग होण्याची शक्यता असते, एरवी नाही. जठरातील पचनाच्या शेवटी शेवटी आतड्यातून जठरात जेव्हा स्राव येतो आणि तेथील अम्लाचे बहुतेक नकारण[2] होते तेव्हाच ही क्रिया शक्य आहे. दुसरी गोष्ट अशी की ओषटाचे पचन होण्यापूर्वी त्याचे नीटसे पायस व्हावयास पाहिजे ते जठरात होत नाही. आतड्यातील पित्ताच्या साहाय्यानेच होते.

1 Lipase. 2 Neutralisation.

पचन चालू असताना **जठरातील द्रव-तपासणी** करण्याची सोय सहज करता येते. एक बारीक नळी परीक्ष्य माणसाने अंशतः गिळावयाची असते. एक टोक जठराच्या तळाशी पोचवावयाचे असते. नळीच्या शेवटी एका बाजूस एक भोक असते. दुसरे टोक तोंडाबाहेर असते त्यात एक पिचकारी घालून द्रव शोषून घेता येते. अशारीतीने वेळोवेळी द्रव काढून घेऊन* गाळून तपासणीसाठी घेतात. त्याचे अम्ल मोजण्याकरता ते नेमक्या संहतीच्या$ अल्कविद्रवाशी ताडून पाहतात. प्रथम pH १ च्या सुमारात असतो तो ३ होण्याला किती अल्क लागते ते मोजतात मग तो ९ होण्याला किती अल्क लागते ते मोजतात. मोकळे HCl असते तेवढे ३ पर्यंत मोजले जाते. ९ पर्यंत प्रोतीन–संयुक्त HCl देखील मोजले जाते. आणि दुसरे काही कार्बनी अम्ल असते तेही मोजले जाते. अल्काचा त्यांच्याशी संयोग होतो. अकार्बनी

* यासाठी रबराची विशिष्ट नळी (राइलची) वापरली जाते.

$ N/10 संहतीचे विद्रव घेण्याची वहिवाट आहे. याच्या १००० cc मधे

$$\frac{२३ + १६ + १}{१०} = ४.० \text{ ग्राम } NaOH$$ विरघळलेले असते. N निष्ठित.

अम्ल बहुधा अगदी थोडे असते. त्याची मोजणी वेगळी करावी लागते. बाकीचे अर्थात् प्रोतीनयुक्त असलेले मोजले जाते.

रिकाम्या पोटी जठरात मोकळे अम्ल HCl शंभरी १० त ३० CC N/10HCl च्या बरोबरीचे असते. कांजी घेऊन नंतर मोजणी केली असता ते ४० ते ६० CC पर्यंत भरते. प्रोतीन संयुक्त अम्ल आणि कार्बनी अम्ल मिळून १० ते २५ CC भरते.

कांजी घेतल्यानंतर दर १५ मिनिटांनी पिचकारीवाटे नमुना काढून घेऊन तपासण्याची चाल आहे. जठरात जे लाळेच्या योगाने पचन चालू असते त्यामुळे तौकीरापासून शर्करा उत्पन्न होते. ही दोनही द्रव्ये तपासणीने कळू शकतात. बहुधा अकराव्या तपासणीनंतर ती आढळत नाहीत, तोवर आढळतात. ती आढळेनाशी झाली म्हणजे अन्न पुढे जाऊन जठर रिकामे होत आले आहे असे समजतात. **बहुधा दुसऱ्या तासात जठरद्रवात पित्त आढळू लागते. अंत्रस्राव जठरात येऊ लागल्याचे हे चिन्ह होय.**

पूर्ण भोजन करीत असताना ५०० ते १००० CC स्राव जठरात होऊ शकतो. जठरस्रावाने मुख्यतः प्रोतीन अन्न पचते. रोटी हे अन्न घेतले असताना जठरसुतात प्रोतीन-पाचकता सर्वाधिक असते आणि स्रवणकालही सर्वाधिक असतो, परंतु अम्लता मात्र सर्वात कमी असते. मांस-भोजन केले असता स्रावराशी सर्वाधिक असतो, अम्लताही सर्वाधिक असते, परंतु पाचकता मध्यम आणि स्रवणकालही मध्यमच असतो. दूध घेतले असता स्रावराशी सर्वात कमी असतो. अम्लता मध्यम असते आणि स्रावकालही सर्वात कमीच असतो. त्याचप्रमाणे पाचकताही सर्वात कमीच असते. भोजनातील अन्नप्रकार एकच ठेवला असता स्रुतराशी अन्नराशीच्या प्रमाणात असतो.

भोजनात **ओषट** असले तर त्यामुळे जठरातील स्रावराशी कमी पडतो इतकेच नव्हे तर पाचकता व अम्लता कमी होऊन जठरतटाच्या मांसाने होणारे चलनही मंदावते. ही मंदता दोन तीन तासानंतर कमी होते. **मीठ व मसाले** यांचा परिणाम ओषटांच्या विरुद्ध होतो. अम्लता, पाचकता आणि चलन ही सर्व वाढतात.

पचणाऱ्या आणि न पचणाऱ्या अन्नानेही जठराच्या किंबहुना सर्व प्राशनीच्या चलनास प्रेरणा मिळते, तशीच ती स्राव उत्पन्न होण्यासही मिळते.

उपोषण करीत असता जठरात पचवण्यासारखे काहीच नसते. तथापि दीर्घ काल उपोषण चालविले असता स्राव उत्पन्न होतो त्यात प्रोतीन द्रव्ये असतात. त्यांचा उपयोग इतरत्र गात्रांची झीज भरून काढण्याच्या कामी होतो, असे दिसून आले आहे.

अन्न-काला[1] **आतड्यात** गल्यावर प्रपाचकातून येणारा स्राव, पित्ताशयातून येणारे पित्त आणि स्वतः आतड्याच्या आस्तरातून स्रवणारा रस इतक्यांचा त्यावर परिणाम होतो. हे सर्व द्रव अल्कधर्मी असतात. त्यामुळे अम्लाचे निराकरण होते आणि त्यात असणाऱ्या वितंचकाच्या योगाने विविध अन्नद्रव्यांचे पचन होते. प्रपाचकस्राव दिवसाकाठी सुमारे १६०० cc निघतो. पित्त दिवसाकाठी सुमारे १००० cc निघते तर अंत्रस्राव त्याच्या दुप्पट निघतो. **शार्कर द्रव्यांनी प्रपाचक स्राव सर्वाधिक निघतो, प्रोतीनाने त्याहून कमी आणि ओषटाने अगदीच कमी निघतो. ओषटाने पित्तस्राव विशेष होतो. अंत्रस्रावात अन्नपरत्वे त्या त्या अन्नाच्या पचनास योग्य अशी वितंचके येतात. मीठमसाल्याने एकंदर स्रावाचा राशी बराच वाढतो.** 1 Chyme.

प्रपाचकस्राव स्वच्छ व अल्कधर्मी असतो. त्याचा pH सुमारे ८ असतो. त्यात १·८ टक्के स्थायुद्रव्ये विरघळलेली असतात. त्यात $Na^{\cdot}$, $K^{\cdot}$, $Ca^{\cdot\cdot}$, ही धनदले आणि HCO'_3, Cl' व HPO''_4 ही ऋणदले असतात. जठरातील अन्नाच्या काल्याची अम्लता आणि प्रपाचक द्रवाची अल्कता साधारणपणे समसमान असतात. प्रपाचक स्रावात सहा प्रकारची वितंचके असतात. विद्रुत-द्रव्यापैकी एक तृतीयांश त्यांचा असतो. अंत्रस्रावही अल्कधर्मी असतो. त्याचा pH सुमारे ७·७ असतो. १·५% स्थायुद्रव्ये विरघळलेली असतात. त्यात सुमारे एक तृतीयांश वितंचके असतात, आणि दोन तृतीयांश लवणे मुख्यतः NaCl व $NaHCO_3$ असतात. **अंत्रस्रावात** वितंचके बारा प्रकारची असतात. याशिवाय अंत्रस्रावात थोडासा अंश कफीनाचाही[1] असतो. पित्त हा यकृताचा स्राव अल्कधर्मीच असतो; परंतु तो पित्ताशयात जातो. तेथे त्यातील पाणी उज्जकार्बनिक आणि हरद लवणे शोषली जाऊन उरलेला स्राव आतड्यात उतरतो तेव्हा तो बहुधा नकारी[2] पण क्वचित् थोडासा अम्लधर्मीही असतो. अन्नाचा काला आणि हे तीनही स्राव मिळून बहुधा थोडेसे अम्लधर्मीच द्रव तयार होते. तथापि हे अम्लत्व हराम्लाचे नसते. अन्नद्रव्यातून कार्बनी अम्ले निघतात किंवा पस्फुरयुक्त अम्ल निघते, त्याने ही अम्लता आलेली असते. pH ४·५ ते ७·९ पर्यंत उतरलेली असते.

1 Mucin. 2 Neutral.

प्रपाचकस्रावात सहा वितंचके असतात. त्यातील दोहोंच्या योगाने प्रोतीना-पासून बहुप्रोतव्य द्रव्ये उत्पन्न होतात आणि तिसऱ्याच्या योगाने बहुप्रोतव्य द्रव्यापासून अमोदीन अम्ले तयार होतात. अशारीतीने **प्रोतीनांचे संपूर्ण पचन** होते. या तीनही वितंचकांना मिळून त्रितंच[1] असे नाव योजिले आहे. याशिवाय

प्रपाचकस्रावातच ओषटाचे पचन करणारे एक, तौकीराचे पचन करणारे एक आणि धान्यजा शर्करेचे पचन करणारे एक, अशी तीन वितंचके असतात. ओषटापासून घृतीन आणि सरालिक अम्ले उत्पन्न होतात आणि तौकीर व धान्यशर्करा यापासून द्राक्षजा शर्करा तयार होते. अशारीतीने ओषट व शार्कर अन्नाचेही पूर्ण पचन होते. तूलीर मात्र पचनी पडत नाही. अंत्रस्रावात पुष्कळ वितंचके असतात हे खरे पण त्यातल्यात्यात चार विशेष असतात. तीन शर्करा पचविणारी असतात आणि एक इतर सर्वांचा प्रभाव वाढवणारे असते. त्याला तंतंच[2] असे नाव दिले आहे. आणखी जी वितंचके अंत्रस्रावात असतात ती अन्नद्रव्ये आणि त्यापासून जठरात उत्पन्न झालेली विपाकद्रव्ये यांचे पचन करणारी असतात. पित्त जे आतड्यात येऊन पडते त्याचा ओषट अन्न पचवण्यामधे विशेष उपयोग असतो तो असा :–

1 Tripsin. 2 Kinase.

यकृतात पित्ताचा स्राव एकसारखा चालू असतो. पण अंत्रुकात अन्नकाला नसेल तेव्हा पित्त पित्ताशयात साठून राहते, आतड्यात उतरत नाही. अन्नाचा काला आल्यानंतर मात्र ते पुष्कळसे त्यात उतरते. काल्यात ओषट विशेष असले तर पित्तस्रावही विशेष होतो. काही औषधे अशी आहेत की ती नेमक्या वेळात पित्ताशयात पोचतात. ती पारायणी किरणांना आडवतात. त्यामुळे पित्ताशयाचे छायाचित्र मिळू शकते. भोजनापूर्वी असे चित्र घेऊन भोजनानंतर पुनः वेळोवेळी घेतले तर पित्ताशयाचा आकार लहान झाल्याचे कळून येते. अन्नात ओषट पुष्कळ असले तर पित्ताशय–संकोचही पुष्कळ होतो. यकृतात स्रवणारे पित्त आणि पित्ताशयात साठलेले पित्त यांचे घटक तुलनेसाठी खालील कोष्टकात दिले आहेत. त्यावरून कळून येते की, पित्ताशयात पित्तातील पाणी आणि लवणे अंशतः शोषली जातात आणि कफीनाची त्यात थोडीशी भर पडते. कोष्टकात शेकडेवारी आकडे दिले आहेत :

घटक	पित्ताशय-पित्त	यकृत-पित्त
पाणी	८९·०	९८.०
स्थायुद्रव्ये	११·०	२·०
अकार्बनी द्रव्ये	०·८	०·७५
पित्तलवणे	६·०	०·७२
कफीन व पिंजक (रंगाची) द्रव्ये	३·०	०·४
पित्तस्थिरोल	०·३८	०·०६
ओषट, सरालिक अम्ले, लेसिथीन पित्तौषट	०·८२	०·०७

पित्ताशयातील पित्त पिवळे असते किंवा हिरवे असते किंवा मधल्या कोणत्या तरी रंगाचे असते. **पित्तपिंजके** दोन असतात. त्यातले एक पिवळे असते आणि दुसरे हिरवे असते; त्यांच्या कमी-अधिकपणामुळे हे रंग आलेले असतात. पित्त चिकट (विष्यंदी) असते, त्याची चव तिखट असते आणि त्याला विशिष्ट वासही असतो. अकार्बनी लवणामध्ये $Na^{\cdot}$, $K^{\cdot}$, $Ca^{\cdot\cdot}$, Cl', HCO'_3 यांचा समावेश असतो. पित्तलवणे त्यातील अम्लानुसार मुख्यतः दोन असतात.

पिवळे पिंजक, पित्तपीत Bilirubin $C_{33}H_{36}O_6N_4$

हिरवे पिंजक, पित्तहारीत Biliverdin $C_{33}H_{34}O_6N_4$

नर–पित्तिक अम्ल $C_{23}H_{39}O_3.CO.NH.CH_2COOH$

Glycoholic acid

वृक (वृष)* वृकपित्तिक अम्ल $C_{23}H_{39}O_3CONH.CH_2CH_2.SO_3H$

Taurocholic acid.

–मनुष्यपित्तात पहिले आणि मांसाहारी पशूत दुसरे प्रमुख असते. ही अम्ले सामुद्र $Na^{\cdot}$ किंवा पालाश $K^{\cdot}$ रेणुदलाशी संयुक्त असतात. **पित्तलवणांचा मुख्य गुण म्हणजे ओषट द्रव्ये पाण्यात विरघळून ठेवणे** हा आहे. या द्रव्यांची विद्रुति शेकडा ०.१ च्या सुमारात असते. ती पित्तलवणासमवेत ०.५ पर्यंत वाढते आणि पित्तौषट व पित्तलवणे यांच्या समवेत १ पर्यंत वाढते. याशिवाय आणखी एक पचनोपयोगी गोष्ट अशी घडते की ओषटाचा जो भाग न विरघळलेला राहतो त्याचेही फार बारीक थेंब तयार होतात. थोडक्यात सांगावयाचे म्हणजे त्याचे उत्तम पायस़ तयार होते. अर्थात् त्याचे पचन होण्यास अत्यंत अनुकूल परिस्थिती उत्पन्न होते. त्याचा पाचक द्रव्याशी संपर्क चांगला साधतो. पित्तलवणांच्या योगाने द्रवाचा पृष्ठताण कमी होतो. पित्ताच्या अभावी ओषटाच्या पचनास फारच व्यत्यय येतो. थेंब मोठाले राहतात. पाचकरस त्यांच्या अंतरंगात पोचत नाहीत. ओषटाचे ढोबळ थेंब राहिले म्हणजे ते इतर अन्नद्रव्यांना गुरफटून राहतात. त्यामुळे त्यांचेही पचन व्हावे तसे होत नाही. एकंदरीत असे की, पित्तलवणांचा उपयोग ओषटाच्या पचनासच होतो असे नव्हे तर, इतर प्रकारच्या अन्नाच्या पचनासही होतो.

पित्ताच्या योगाने जठरातून आलेल्या अम्लाच्या नकारणास मोठेच साहाय्य होते. पित्तातील धनदले बहुतांशी कार्बनिक अम्ल व पित्ताम्ले यांशी संयुक्त

* हे प्रथम वृषाच्या (बैलाच्या) पित्तखड्यात मिळाले म्हणून वृषपित्तिक असे नाव रूढ झाले.

असतात. ही अम्ले हराम्लाच्या मानाने दुर्बल असतात म्हणून त्यांच्या जागी हराम्लातील ऋणदल येऊ शकते. **पित्तातील पिंजक द्रव्ये आणि पित्तस्थिरोल[1] इत्यादि द्रव्ये मुख्यतः मलद्रव्ये** असतात. पित्तातील पिंजके रक्तपिंजकापासून झालेली मलद्रव्ये असतात. बऱ्याच अंशी **आतड्यात पित्तलवणे शोषली जातात.** ती पुनः यकृतात जाऊन तेथे पित्तोत्पत्तीस उत्तेजन देतात. याशिवाय आतड्यात असताना ओषट-पाचक वितंचकाचा प्रभाव वाढवण्याकडेही त्यांचा उपयोग होतो.

1 Cholesterol.

पूर्ण भोजनात असणारे अन्न लहान आतड्यात चार सहा तास राहते. तेवढ्या वेळात बहुतेक प्रोतीनापासून अमोदीन अम्ले, शार्करापासून द्राक्षजा आणि ओषटापासून घृतीन व सरबद्ध अम्ले उत्पन्न झालेली असतात. अमोदीन अम्ले व द्राक्षजा रक्तात शोषली जातात आणि ओषटोत्पन्न द्रव्ये क्षीरायण्या नामक ज्या विशिष्ट लिफवाहिन्या असतात त्यात शोषली जातात. अंत्रक ही लांबच लांब नळी असते तिच्या आरंभापासून अखेरपर्यंत पाचकस्राव येतात पण ते उत्तरोत्तर कमी असतात. सामान्यतः अन्नपचनास इतक्या जागेची गरजही नसते. **शेवट गाठण्यापूर्वीच पचन शक्य तेवढे झालेलेच असते.** शेवटी अन्नाचा शेष-काला उण्डात जातो.

वितंचक

वितंचकाचा उल्लेख आतापर्यंत अनेकवेळा आला आहे. आता त्याविषयी काही महत्त्वाच्या गोष्टी सांगावयाच्या आहेत. स्वतः अभंग राहून रसायनविक्रिया घडण्यास उपयोगी पडणाऱ्या द्रव्यास निदेशक[1] द्रव्य म्हणतात. शरीरातील **पेशिकांनी उत्पन्न केलेल्या निदेशक द्रव्यास वितंचक[2] म्हणतात.** वितंचक द्रव्ये स्वतः प्रोतीन घटनेची असतात. पुष्कळ वितंचकांच्या घटना माहीत झालेल्या आहेत, तरी त्यांच्या निदेशनक्रिया याच विशेष धर्म प्रकट करणाऱ्या आहेत. त्यावेगळी त्यांची ओळख पटवणारी विशेष क्रिया नाही. म्हणून या वितंचन-क्रियेवरूनच त्यांची ओळख करून घ्यावी लागते. सर्व **वितंचनक्रिया शरीराचे नित्य किंवा निकोप तपमान असतानाच नीट चालू शकतात**, त्याच्या खाली किंवा वर चालत नाहीत. शंभर तपमान झाले असताना तर वितंचकद्रव्ये नाश पावतात. पचनोपयोगी वितंचके जी सांगितली त्यातले ष्ठीवीन हे लाळेतले वितं-चक पूर्ण-वितंचक[3] आहे असे म्हणतात. कारण त्याच्या योगाने तौकीराचे वितंचन होऊन धान्यजा शर्करा तयार होण्यास पाहिजे ती सर्व सिद्धता त्यातच असते. तपमान आणि अल्कत्व या त्या सिद्धता होत. तौकीराची गाठ पडण्याची खोटी की वितंचन चालू होते. जठरातील प्रोततंचाची गोष्ट तशी नसते.

1 Catalyst. 2 Enzyme. 3 Zymase.

जठरातील प्रपिंडपेशिकात प्रोतपचन करणारे वितंचक आयते तयार नसते. **पेशिकेतून निघालेले द्रव्य दुसऱ्या पेशिकेतून निघालेल्या हराम्लाशी संगत पावते तेव्हा नेमके वितंचक तयार होते. म्हणून त्या पेशिकास्रुत द्रव्यास पूर्ववितंचक[1] म्हणतात.** हराम्ल संगतीने त्यापासून प्रोततंच तयार होते. त्याने प्रोतीनापासून उपप्रोतीन द्रव्ये तयार होतात (पृ. २) नुसत्या हराम्लाच्या योगानेसुद्धा प्रोतीनापासून उपप्रोतीन बनू शकते, परंतु तसे होण्यास तपमान पुष्कळ अधिक १००° च्या जवळ ठेवून अम्लसंहतीही[2] बरीच अधिक ठेवावी लागते. एवढे करूनही विक्रिया स्पष्ट होण्यास तब्बल दिवस लागतो. वितंचकाच्या योगाने तपमान शरीराचे असते तेच पुरेसे असते आणि अम्लताही थोडकीशीच पुरे असते. एवढ्यानेच दोन तीन तासात प्रोतीन पचन पुरेसे होते. वितंचकाची महती ती हीच आहे. वितंचकाची आणखीही एक महती आहे ती अशी की, **एक वितंचक दुसऱ्या एकाद्या द्रव्याशीच व्यवहार करील**, इतरांना हात लावणार नाही. प्रोतीन वितंचक शार्करद्रव्यास हात लावणार नाही, की ओषटास विकार करणार नाही. **म्हणून निवडक पचन करता येते.** तापलेले अम्ल किंवा अल्क सर्वांच्याच वाटेस जाईल, विशिष्ट निवडक पचन त्याच्या योगाने करता येत नाही.

1 Zymogen. 2 Concentration.

प्रपाचकस्रावात जे त्रितंच म्हणून वितंचक सांगितले तेदेखील प्रथमतः पूर्ण वितंचक नसते, पूर्ववितंचक असते. अंत्रस्रावात एक वितंचक असते त्याला तंतंच[1] असे नाव दिले आहे कारण ते या पूर्ववितंचकास पूर्ण वितंचकत्व देते. दोनही एकत्र आली म्हणजे वितंचनक्रिया घडते. एक प्रकारे हे **वितंचकाचे वितंचक** असते. म्हणून त्याला **तंतंच** म्हटले आहे. प्रोतीन पचविणारी वितंचके उत्पन्न होतात तेथे ती अपूर्ण असतात आणि दुसऱ्या वितंचकाच्या संगतीने पूर्ण होतात. ही गोष्ट सुरक्षिततेला अवश्य अशीच आहे. हे वितंचक ज्या पेशिकेत तयार होते त्या पेशिकेचे अंगद्रव्य प्रोतीन असतेच. त्यात **प्रोतीनवितंचक** असणे इष्ट नाही. **पेशिकेतून बाहेर आतड्याच्या पोकळीत आल्यावरच त्याचा खरा उपयोग असतो. तेथे ते पूर्ण** होते, हे ठीकच आहे. 1 Kinase.

त्रितंचात तीन वितंचकांचा समावेश असतो. त्यातले एक उपप्रोतापासून अमोदीन अम्ले या विक्रियेचे तंचन करते, दुसरे आणि तिसरे प्रोतीनापासून अमोदीन अम्ल या विक्रियेचे तंचन करतात. दुसरे द्वितीय[1] आणि तिसरे तृतीय प्रोततंच[2] होय. यांपैकी पहिले उपप्रोततंच.[3] त्यास कोणाचा दुजोरा लागत नाही आणि नसतो. दुसऱ्यास दुजोऱ्याची अपेक्षा असते ती तिसऱ्याकडून. तिसऱ्याच्या

दुजोऱ्याने दुसऱ्याची क्रिया घडते. तिसऱ्याचे तंचन अंत्राच्या तंतंचाने घडते हे अगोदर सांगितलेच आहे. मांसान्नात आणि वालवाटाण्यात प्रोतीनाबरोबर प्राम्ल संयुक्त असते. त्याच्या पचनास उपयोगी पडणारी तीन वितंचके अंत्रस्रुतात असतात. अंत्रस्रुतातच दोन अशी वितंचके असतात की त्यांनी बहुप्रोतव्यापासून आणि द्विप्रोतव्यापासून अमोदीन अम्ले उत्पन्न होतात. या दोही वितंचकांना मिळून उत्तंच[4] असे नाव दिले आहे. 1 Chymotripsin. सहत्रितंच.
2 Tripsin त्रितंच. 3 Carboxypeptidase. 4 Erepsin.

प्रपाचकस्रावात तौकीरापासून धान्यजा होण्यास उपयोगी पडणारे वितंचक असते त्याला तौकीरतंच[1] आणि धान्यजेपासून द्राक्षजा होण्यास उपयोगी पडण्याजोगे वितंचक असते त्यास धान्यजातंच म्हणतात. अंत्रस्रावात तौकीरतंच आणि धान्यजातंच तर असतातच पण आणखी दुग्धजातंच[2] आणि इक्षुजातंच[3] हीसुद्धा असतात. त्यांच्या योगाने त्या शर्करांपासून द्राक्षजा शर्करा उत्पन्न होते. तौकीरतंचाच्या योगाने तत्सदृश कोणत्याही बहुशार्कर द्रव्यापासून द्राक्षजा उत्पन्न होते. दुग्धजा व इक्षुजा यापासून द्राक्षजेखेरीज आणखी दुग्धजा आणि फलजा या एकेरी साखराही निर्माण होतात. दुहेरी साखर राहिली तर शोषली जाऊ शकते पण शरीरास उपयोगी न पडताच उत्सर्गात निघून जाते.

1 Amylase. 2 Lactase. 3 Sucrase.

साखर पाण्यात विरघळते पण पुष्कळशी अन्नद्रव्ये पाण्यात विरघळत नाहीत. वितंचकेही पाण्यात विरघळत नाहीत. वितंचन व्हावयाचे तर दोहींचा निकट संबंध आला पाहिजे. स्वभावतः **वितंचके प्राशनीत येतात ती विरघळलेली नसली तरी पायसरूप झालेलीच असतात.** अन्न विरघळलेले असले तर ते सहज नुसते ढवळल्याने वितंचकाशी चांगले मिळून जाते. तसे नसले तर त्याचे बारीक पीठ होऊन ते लाळेत घोळूनच जठरात उतरते. असा काला जठरात आल्यावर तेथे तो हळूहळू चांगला घोळला जातो तेव्हा वितंचकाशी त्याचा मिलाफ होतो. **अन्नकण आणि वितंचककण एकमेकाशी भिडले म्हणजे विक्रिया होणार** हे उघडच आहे. प्रत्येक अन्नकणाला एक वितंचककण मिळण्याइतके वितंचक विपुल असले म्हणजे सर्वांत अधिक वेगाने विक्रिया होणे सहज आहे. याहून कमी वितंचक असले तर सर्व अन्नकणांना वितंचककण मिळण्याला वेळ अधिक लागणार आणि वितंचक अधिक असेल तर ते नुसते पडून राहणार हे उघड आहे. यावरून उत्तम पचन होण्यास अन्नाच्या विशिष्ट प्रमाणात वितंचक असले पाहिजे असे दिसून येते, आणि अनुभवासही येते. वितंचक अधिक येते असे सहसा घडत नाही. मागणीप्रमाणेच सहसा पुरवठा होत असतो.

निदेशनक्रियेमध्ये निदेशकाचा व्यय मुळीच होत नाही. वितंचन ही निदेशन-क्रियाच आहे. तेव्हा या क्रियेत वितंचकाचा खप असा मुळीच होत नाही. परंतु वितंचक स्रावद्रव्य आणि वितंचनीय[1] अन्नद्रव्य यांचा चांगला मिलाफ होण्याला दुसऱ्याच्या काही विशिष्ट प्रमाणातच पहिले असले पाहिजे. वितंचक अगदी थोडे असल्यास पुष्कळ अन्नाशी त्याचा मिलाफ होण्यास घुसळण फार करूनही वेळ अधिक लागेल. **अन्नाचा काला व पाचक रस यांचा मिलाफ होऊन पचन झाल्यानंतर अन्नविपाक – (पचनोत्पन्न) द्रव्ये पाण्यात विरघळणारी असतात ती सहज सर्वत्र पसरून आतड्याच्या आस्तरात शोषलीही जातात** आणि चोथा व वितंचक पायस आतड्यात राहतात. चोथ्याबरोबर वितंचकेही मळात ढकलली जातात आणि नव्या अन्नाबरोबर नवे वितंचक येणे अवश्य होते.

अन्नातील ओषट द्रव्ये द्रवावस्थेत असतात. वितंचकाचे पायस असते. त्याचे थेंब व ओषटाचे थेंब यांचा मिलाफ चांगला होणे ही गोष्ट अन्नकणांशी त्यांचा मिलाफ होण्यापेक्षा अवघड असते. द्रवाचे रेणू एकमेकाला धरून राहून थेंब किंवा थेंबाचे एक सलग द्रवपृष्ठ बनण्याची प्रवृत्ती स्वाभाविक असते. यामुळे ते दुसऱ्या जातीच्या रेणूपासून दूर राहू पाहतात. ही प्रवृत्ती कमी झाली तर अन्यरेणूशी मिलाफ होणे सोपे जाते. ओषट द्रव्याचे वितंचन करणारे वितंचक स्रावातील पाण्यात पायसरूपाने पसरलेले असते. याच पाण्यात पित्तलवणे असली म्हणजे प्रस्तुत प्रवृत्ती कमी झालेली असते आणि अन्नातील ओषटही पायसरूप झालेले असते. त्यामुळे त्यांचा चांगला मिलाफ होतो. **जठरात ओषटतंच असते पण अम्लामुळे त्याचा उपयोग फारच थोडा होतो. अंत्रातील स्वतःचे आणि प्रपाचकातून आलेले ओषटतंच मात्र ओषटांचे पचन करण्यास पुरेपूर उपयोगी पडते. त्याला अल्कसंगती पाहिजे असते तशी उपलब्ध असते.**

1 Substrate.

अंत्रकातून **उंडात जाणारा काला** अल्कधर्मी झालेला असतो. त्यात अन्नातील तूलीर असते. पाचक रस असतात. प्राशनीच्या आस्तराचे निघालेले तुटके अंश असतात. अन्नविपाकांचा किंचित् अंश असतो. याशिवाय काही जंतू आणि त्यांनी उत्पन्न केलेली काही द्रव्ये असतात. ती कोणती ते आता पाहून घेतले पाहिजे. आपल्या अन्नपाण्यात आणि आपल्या तोंडातसुद्धा काही जंतू असतात. जठरात हराम्ल भरपूर असते. त्यामुळे बहुतेक जंतू मरून जातात. जे जिवंत राहतात ते निष्क्रिय होतात. तेच पुढे अंत्रकात गेल्यावर सक्रिय होतात. तथापि अंत्रकात त्यांचा मुक्काम थोडा असतो त्यामुळे या क्रिया थोडक्याच होतात. उंडात आल्यावर काला सरकण्याचा वेग पुष्कळच कमी होतो. उंडांच्या आस्तरात पुष्कळसे पाणी शोषले जाते, काही लवणेही शोषली जातात. काला हे रूप जाऊन

विष्टारूप प्राप्त होते. विष्टा महागुदात उतरण्यास २४ तास देखील लागतात. यकृताजवळच्या वळणात येण्यास ६ तास, प्लीहेजवळच्या वळणात येण्यास ९ तास आणि उंडुकात येण्यास १८ तास लागतात. या मंद प्रवासाच्या काळात जंतुक्रिया घडण्यास भरपूर सवड असते.

अंत्रकात ज्या **जंतुक्रिया** घडतात त्यात शार्कर द्रव्यापासून चार प्रकारची अम्ले आणि दोन प्रकारचे वायू निघतात. अम्ले व वायू :-
अशीतिक अम्ल (द्विकेनाम्ल), त्रिकेनाम्ल, चतुष्केनाम्ल आणि तक्रिकाम्ल. कौद्रवायु आणि उज्ज वायु. वायूत्पत्तीमुळे अशा क्रियांना वातांचन[1] म्हणतात.

1 Fermentation.

उण्डामधे फार विविध स्वरूपाच्या **जंतुक्रिया** घडतात. तूलीराची विक्रिया होऊन वरील अम्ले आणि वायू यांखेरीज एकेन वायू CH_4 निघतो. ओषटांची विक्रिया होऊन घृतीन व सरबद्ध अम्ले याशिवाय काही उपद्रवी धायक द्रव्ये[1] उत्पन्न होतात. याहीपेक्षा अधिक विविध आणि उपद्रवी द्रव्ये प्रोतीनापासून उत्पन्न होतात. विक्रियाप्रकार निदान पाच आढळून येतात, ते असे :-
अमोदीननिरास[2], हलिकनिरास[3], एकिलनिरास[4], ऊर्वण[5], आणि उदकसंभेदन.[6] या विक्रियात घाणेरडी द्रव्ये उत्पन्न होत असल्यामुळे तिला विडंचन[7] म्हणतात.

1 Basic substances. 2 Deamination. 3 Decarboxy--lation. 4 Demethylation. 5 Oxidation. 6 Hydrolysis. 7 Putrefaction.

प्रोतीन द्रव्यात अनेक अमोदीनाम्ले संयुक्त असतात. त्यांपैकी काहीपासून धूपोल[1] उत्पन्न होते. ते अगदी थोडकेसेच असते. ते आतड्यात शोषले जाऊन पुढे शकरा व लवण यांशी संयोग पावून मूत्रावाटे निरस्त होते. धूपोल अधिक झाले असता निरास पुरा पडत नाही आणि शरीरास अपाय घडतो. काही **अमोदीन अम्लापासून घाणेरडी द्रव्ये** उत्पन्न होतात. त्यातली दोन प्रमुख आहेत. एक इंडोल[2] (नीलोल) आणि दुसरे स्कटोल[3] (विडोल). विष्टेला घाण येते ती यांचीच. याशिवाय काही अमोदीन अम्लापासून कलेवरीन[4] व पर्युषीन[5] ही द्रव्य उत्पन्न होतात. ती स्पष्ट अपकारक असतात. **टोमेन विषार** म्हणून ज्याला म्हणतात त्यात ही असतात. धूपोलात नत्राणू नसतात; पण इंडोल, स्कटोल, कलेवरीन आणि पर्युषीन यात रेणूगणीक एकेक नत्राणू असतो.

1 Phenol. 2 Indol. 3 Skatole. 4 Cadaverine. 5 Putrescine.

वर सांगितलेल्या विक्रियांमधे **ऊर्वसंयोग** सांगितलेला आहे. पण त्याविरुद्ध **उज्जसंयोगही** तेथे घडत असतो. यामुळे H_2S **उज्जगंधद** वायूही निर्माण होतो. त्यालाही घाण येते.

तान्ह्या मुलाच्या पहिल्या विष्टेत जंतू नसतात पण दूध किंवा कोणतेही पेय घेतल्यानंतरच्या विष्टेत ते असतात. आईच्या स्तनाला आणि इतर अन्नपाण्यात ते असतात असे दिसते. आतड्यात राहणारे जंतू एरवीं अपाय करीत नाहीत. परंतु आतड्याच्या आस्तराला खंड पडला असता आत जाऊन ते अपाय करतात असे दिसून येते. आहार पचनीं पडेल इतपत घेतल्यास त्यापासून अपाय नसतो. **जंतूंच्या जाती** बहुत आहेत, परंतु **मानवी आतड्यात जाऊन सुखेनैव राहणारांची एकच जात विशिष्ट आहे**. या जातीचे जंतू जेव्हा नदीच्या किंवा विहिरीच्या किंवा दुसऱ्या जलाशयाच्या पाण्यात आढळतात तेव्हा त्यास मानवी विष्टेचा संसर्ग झाला आहे असे गृहीत धरतात. प्राशनीमध्ये जे प्रोतीन द्रव्य अन्नशेष म्हणून येते तेवढ्यावर त्यांची उपजीविका चालते. या जंतूंची मोजणी केली तर एकाद्या ग्रामसहस्रांश विष्टेत दहा लाखाच्या आसपास अशी त्यांची संख्या भरते. पचनास जंतूंचा उपयोग होतो हे जीवातुप्रकरणीं सांगण्यात आले आहे.

उंडात अन्नशेष-काला येतो तेव्हा त्यात पुष्कळ पाणी असते. त्यातले बरेचसे शोषले जाऊन विष्टा तयार होते. तिच्यात ६० ते ८० टक्के पाणी राहते. मांसाहाराने ती अधिक दाट आणि अल्पाकारही होते.



प्रकरण ५५

प्राशनी-क्रिया-नियमन

आपल्या कोष्ठांगात श्वसन अभिसरण पचन उत्सर्जन या क्रिया चालतात. त्या बहुशः आपोआपच चालतात पण त्यासुद्धा इतर क्रियांच्या मेळात चालतात. इतर क्रियांच्या अनुरोधाने त्यांचे नियमन व्हावे लागते. ते कसे होते ते पहाणे अवश्य आहे. श्वसन व अभिसरण यांचा विचार नुकताच केलेला आहे. पचन आणि सर्गोत्सर्ग यांचा विचार करावयाचा आहे. पचनक्रिया आपोआप घडणारी आहे तरी तिचा आरंभ आपण बुद्धिपुरःसर करून देत असतो. माणसाला भूक लागते म्हणून तो अन्न खातो आणि तहान लागते म्हणून तो पाणी पितो. **अन्नपाणी पोटात गेल्यानंतर त्याचे पचन होते. प्रसंगवशात मल-मूत्रांचे आवेग येतात त्या त्या प्रसंगी त्यांची आपण पूर्ती करतो. या गोष्टींचे नियमन करणारी कोणती व्यवस्था शरीरात असते** ते आता विस्तरशः पाहून घेतले पाहिजे.

तोंडात अन्न आल्यावर लगेच लाळेचा स्राव होऊन लाळ त्यास येऊन भिडते. हे एक परावर्तन आहे हे उघडच आहे. या परावर्तनाचा आरंभ तोंडातील आस्तरात होतो. आस्तरातील अंतर्मुख चैतनतंतू उत्तेजित होतात. हे तंतू करोटीय पाचव्या नवव्या आणि दहाव्या चेतनीतील असतात. या तन्तूंच्या द्वारे चेतना मस्तुकातील त्यांच्या मर्मांमध्ये जातात. तेथे अभ्यंतर[1] (मध्यस्थ) पेशिकांच्या मध्यस्तीने त्या सातव्या आणि नवव्या चेतनीच्या तंतूना मिळतात. तेथून परावर्तनाचा दुसरा मार्ग सुरू होतो. अवहानव आणि अवजिव्ह प्रपिंडास सातवीच्या तंतूतून उत्तेजन मिळते तर अवकर्ण प्रपिंडास नववीतून उत्तेजन मिळते. नववीचे तंतू प्रतिकारुणिक असतात. ते कारुणिक पुंजकापर्यंत जातात. हे पुंजक स्वतः अवजिव्ह प्रपिंडात असतात. त्याशेजारी क्वचित अवजिव्ह पुंजक असतो त्यात प्रस्तुत तंतू जातात. पुंजकोत्तर तंतू तेथून निघतात. अवहानव प्रपिंडास जाणाऱ्या तंतूचा संक्रम अवहानव पुंजकात होतो. अवकर्ण प्रपिंडास जाणाऱ्या तंतूचा संक्रम ओत पुंजकात होतो. याशिवाय प्रकारुणिक तंतूही या प्रपिंडात गेलेले असतात ते ऊर्ध्व ग्रैव पुंजकातून निघालेले असतात. ते पुंजकोत्तर असून अवहानव व ओत पुंजकात संक्रम न होता पुढे जातात. लालास्रावाच्या बाबतीत प्रकारुणिक व प्रतिकारुणिक चेतनामधे

विरोध नसतो. **प्रकारुणिक चेतनानी स्रवणारी लाळ विशेष दाट असते आणि प्रतिकारुणिक प्रेरणांनी स्रवणारी लाळ पातळ असते,** असा फरक मात्र असतो.

1 Internuncial.

तोंडात घास घेतल्यानंतर लाळेचा स्राव येणे ही सहज गोष्ट आहे. पण तसे करण्यापूर्वी देखील सुग्रास अन्नाच्या दर्शनाने किंवा वासाने देखील तोंडाला पाणी सुटते. विशेषप्रसंगी सुग्रास अन्नाविषयी गोष्टी ऐकण्याने देखील तोंड पाणी सुटणे शक्य आहे. अशा क्रियेसच संवर्तन म्हणतात. सामान्यत: ही गोष्ट बहुतेकांच्या अनुभवातील असते. ही मानसिक परिणामाने घडते असे म्हणतात. डोळे नाक कान यास मिळणाऱ्या उत्तेजनांचा हा परावर्तन परिणाम आहे हे उघड आहे. तथापि तो लालास्रावाच्या बहिर्मुख चैतनतंतूच्या द्वारेच घडून येतो. हे तंतू खंडित झाले असता हा परिणाम घडत नाही. अन्नाचा विशिष्ट वास ज्याने घेतलेला नाही त्याच्या तोंडास त्या वासाने पाणी सुटत नाही. जे अन्न पाहून चाखलेले नाही त्याच्या दर्शनाने तोंडास पाणी सुटत नाही. **तोंडातून निघणारे अंतर्मुख चैतन तंतू हे प्रधान आयापन-मार्ग. यांच्या मार्गशृंखलेस[1] जोडलेले दृष्टि अवघ्राण श्रुति यांच्या इंद्रियाचे दुवे हे दुय्यम मार्ग होत. या जोड मार्गाने वर्तन घडते ते संवर्तन होय.**

१ शृंखला = कंस Are. (पृ० २९).

चर्वण हे बुद्ध्या करावयाचे चलन असते. त्याचा परिणाम लालास्रावावर पुष्कळ होतो. तो स्राव वाढतो. घास सुळसुळीत झाल्यानंतर तो गिळला जातो. गिळण्याची क्रिया आरंभापुरती इच्छाधीन असते मग ती इच्छातीत परिवर्तनरूप असते. तालुकमानी मागे घास गेल्यावर गिळण्याची क्रिया इच्छातीत होते. ती घडण्याकरता मृदुतालुमांसास प्रेरणा मिळणे अवश्य असते. अशी प्रेरणा न मिळाल्यास ती घडत नाही. गिळणे ही वस्तुत: एकामागून एक घडणाऱ्या अनेक क्रियांची परंपरा असते. एकामेकाला प्रेरणा देणाऱ्या या परावर्तनक्रिया असतात. **गिलनमर्म मस्तुकात असते. चर्वणाच्या प्रेरणा त्रिजन्याचेतनीतून वाहतात.** झोपेत लाळ गिळण्याची क्रिया परावर्तनाने होते हे उघडच आहे.

तोंडात **अन्नाचे चर्वण होत असताना** अंतर्मुख चैतन तन्तूंना जे उत्तेजन मिळते त्याच्या परावर्तनरूप परिणाम लालास्राव हा होतो तसाच तो जठरीय पाचकरसाचा स्राव होणे हाही होतो, याही प्रसंगी अवघ्राण नेत्र श्रोत्र यांच्या द्वारा संवर्तन घडून पाचकरसस्राव होतो. या प्रसंगी उपयोगी पडणारे **बहिर्मुख तंतू दहाव्या म्हणजे विगूढा चेतनीत असतात.** डावी उजवी अशा दोही चेतन्या खंडित झाल्या असता जठरात स्राव होत नाही. प्रस्तुत परावर्तन चालू असताना

जर शरीरात कोठेही प्रखर वेदना सुरू झाल्या तर परिणामी जठरातील पाचकस्राव कमी होतो किंवा पुरतेपणी थांबतोही. या गोष्टीवरून असे अनुमान करावयास हरकत नाही की, वेदना प्रखर नसल्या तरी त्यांच्यामुळे पचनरसांचा स्राव होण्यात काही कमीपणा उत्पन्न होतो.

जठरात प्रकारुणिक व प्रतिकारुणिक अशा दोनही प्रकारच्या चेतन्यांचा विन्यास आहे. प्रतिकारुणिक तंतू विगूढा चेतनीत आणि प्रकारुणिक तंतू कोष्ठांगचेतनीत असतात. या दोहीतून बहिर्मुख चेतना वाहतात. **विगूढेतून वाहणाऱ्या चेतना उत्तेजक असतात,** परंतु **कोष्ठांगीतून वाहणाऱ्या निस्तेजक असतात.** हे उत्तेजन वा निस्तेजन जठरमांसाच्या हालचालींसंबंधी असते. अंतर्मुख चेतना वाहणारे तंतू दोही चेतन्यामध्ये असतात. अंतर्मुख बहिर्मुख चेतना वाहणाऱ्या तंतूंची गाठ मेंदूतील चतुष्कगुलिकामध्ये आणि मस्तुकामध्ये पडते.

वमन. गिळणे याच्या उलट वमन ही क्रिया आहे. काही अपकारक पदार्थांचा स्पर्श जठराच्या आस्तरास झाला असता किंवा जठर वाजवीपेक्षा अधिक ताणले गेले असता गिळण्याच्या उलट क्रिया घडतात. उदरतट दाबले जातात, उच्छ्वास जोरात घडून येतो, तोंड उघडते, जीभ दबून जठरातील पदार्थ बाहेर फेकले जातात. या गोष्टी घडण्यापूर्वी मळमळ होते, तोंडास पाणी सुटते, प्रसंगी सर्वांगास घामही येतो. घशाचे आस्तर डिवचले गेले असता किंवा कानाच्या पडद्यास बाह्य स्पर्श घडला असताही ओकारी होते. या सामान्य गोष्टी झाल्या. याशिवाय अनेक शारीरव्याधींची पूर्वसूचना वमनाने होते. या सर्व प्रसंगी **ही क्रिया परावर्तनरूप** असते. हे परावर्तन इतके प्रबल असते की ते आवरून धरण्याच्या प्रयत्नास फारच थोडे यश येते. या परावर्तनाचे अंतर्मुखमार्ग विविधइंद्रियातून सुरू होऊन मस्तुकात जातात. तेथे त्यांची बहिर्मुख मार्गांशी गाठ पडते. विशेष व्याधींची गोष्ट राहो पण इतर प्रसंगी **वमन हा पुढील संभाव्य व्याधी टाळण्याचा स्वाभाविक उपाय** असतो.

सुयोग्य अन्नाचा स्पर्श हेच जठररस स्रवण्याला स्वाभाविक उत्तेजन असते. अशा अन्नाचे दर्शन त्याचा सुगंध आणि वेळी त्याविषयी श्रवण हेदेखील उत्तेजन देऊ शकते. हे अर्थात् संवर्तन होय. याच्या उलट ओंगळ अन्न हे वमनास उत्तेजक होते, आणि दुःखकारक भावना कल्पना वेदना या निस्तेजक होतात. अन्नपचन ही आपोआप घडणारी गोष्ट आहे हे विधान अंशतः खरे आहे, परंतु सर्वांशी नाही. भोवतालच्या गोष्टींनी उद्भवणाऱ्या सुखदुःखकारक भावना यांचाही त्यावर उत्तेजक-निस्तेजक परिणाम होऊ शकतो यात शंका नाही. **अन्नाच्या प्रमुख घटकांपैकी ओषटाने**

जठरस्रावाचे निस्तेजन होते आणि मीठ-मसाल्याने उत्तेजन मिळते ही गोष्ट ध्यानात ठेवण्यासारखी आहे.

जठरात अन्न उतरल्यावर सुमारे अर्ध्या तासानंतर जादा जठररसाचा स्राव होतो, मग जठरात अन्न असो की नसो. जठरास येणाऱ्या चेतन्यांचा संबंध तुटला तरीही अशी गोष्ट घडते. पशूवरील प्रयोगावरून असे दिसून आले आहे की, अन्नपचन चालू असताना जठरातील प्रयाणीच्या पूर्वभागात (प्रयाणकोटरीत) एक **प्रोतांशिक द्रव्य उत्पन्न होते ते रक्तात सामील होऊन रक्तवाहिनीद्वारा पुनः जठरस्राव करणाऱ्या प्रपिंडास मिळते** तेव्हा त्यामुळे उत्तेजन मिळून हा स्राव प्रकट होतो. या स्रावोत्तेजक द्रव्यास **जठरीन**[1] असे नाव दिले आहे.

1 Gastrin.

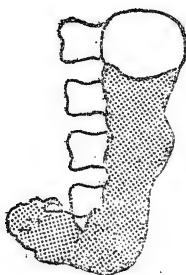
जठरस्रुतात हराम्ल HCl असते. याची **विशिष्टसंहती येईपर्यंत प्रयाणीकंकण आवळलेले राहते. त्यानंतर ते सैल होऊन जठराच्याच चलनांनी अन्नाचा काला पुढे आतड्यात ढकलला जातो.** हे रसायनघटनेने घडून येणारे परावर्तन असते. असेच परावर्तन अंत्रुकातील अन्नकल्काच्या संबंधीही घडून येते. **अंत्रुकात स्राव अल्कधर्मी** असतात त्यांच्या योगाने **अम्लाचे नकारण होते हे नकारण विशेष प्रतीचे होईपर्यंत कंकण आवळलेले राहते नंतर उघडते. दुधात** जी स्वाभाविक **साखर असते तिच्या अंगीही प्रयाणीकंकण सैल करण्याचा गुण असतो.** त्यामुळे दूध झपाट्याने जठरापलीकडे जाते. सामान्यतः द्रवपदार्थ स्थायुपदार्थापेक्षा अधिक त्वरेने जठरापलीकडे जातात. नुसते पाणी जठरात गेले असता त्याचा काही अंश लगोलग पलीकडे जातो. या क्रिया त्या त्या स्पर्शाने होणाऱ्या परावर्तनक्रिया समजाव्या.

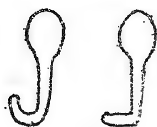
1 Concentration.

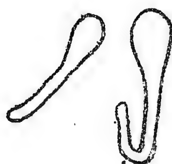
जठरात अन्न नसतानादेखील त्यात आकुंचन-प्रसरण-क्रिया दोन तीन तासांनी १०, २० मिनिटापर्यंत होत असतात. त्याबरोबर त्यात कफस्रावही होत असतो. ही जी **रिक्तचलने** होत असतात त्याबरोबरच **भुकेची संवेदना** उत्पन्न होत असते. अतिश्रम किंवा दीर्घकाळपर्यंत उपोषण केल्याने ही रिक्तचलने कमी होतात आणि त्याबरोबरच भुकेची संवेदनाही सौम्य होत होत मावळते.

जठरात अन्न असताना त्याच्या ज्या हालचाली होतात त्या पारायणी-किरणांनी झळकपाटा[1]वर उमटणाऱ्या छायाचित्रांच्या रूपाने पाहता येतात. जठराचा उंच भाग रिकामा राहून बाकीचा भाग अन्नाने भरत जातो. स्थायु अन्न भरपूर घेतले असता ते जठरात दोन तीन तास सहज राहते. त्याचे थरावर थर

राहतात. रिकामे जठरसुद्धा पुरते सैल नसते. जठरमांसास थोडीशी तरी तरत असते. जठर भरत जाते तसतशी ती वाढत जाते. त्यामुळे अन्नावर एकसारख दाब कायम राहतो. घटकाभराने गिळणीजवळील टोकाशी सौम्य लाट सु







होते. एक लहानसे कंकण आकरसते त्यापलीकडी त्याच वेळी सैलावते. ते आकरसते त्यापलीकडी सैलावते, अशी ही लाट असते. अशीच लाट जठराच्य तळातही निघते. या लाटा प्रयाणीकडे जातात अन्नाचा दाट जड भाग तळाकडे राहून पातळ द्रव भा वरच्या (आखूड) काठाकडे येतो. प्रथम पातळ भाग प्रयाणीकडे सरकतो. या वेळी मोठ्या लाटा उसळता आणि योग्य अम्लता प्राप्त झाल्यावर **प्रयाणीकंकण सैल होऊन अन्नाचा काला पलीकडे आतड्यात जातो** अर्थातच असे **थोडथोडे घुटके पलीकडे जातात**, एकदम सर्व अन्न जात नाही. कंकण सैल होणे आणि आवळण हे लागोपाठ चालू राहते. **या हालचाली अन्नस्प आणि जठरस्रुताची** अम्लता **यावर अवलंबून असतात त्यांनीच त्या नियमित होतात. या रस–प्रेरणा होत** अन्नप्रकाराप्रमाणे आणि स्थायुत्व–द्रवत्व यामुळे त्य कमी अधिक होतात.

आ० ५५·१ भरलेले जठर आणि विविध जठराकृती.

1 Fleurescent screen.
2 Pyloric sphincter.

जठर व अंत्रक यातून जाणाऱ्या **अंतर्मुख चेतना कोष्ठांगी चेतन्यांच्या द्वार** आणि **विगूढा चेतनीच्या द्वाराही मेंदूकडे जातात.** मेंदूकडून येणाऱ्या चेतन कोष्ठांगी आणि विगूढा यांच्याच द्वारा येतात. **बहिर्मुख चेतनापैकी काही चेतन प्रेरणात्मक असतात त्या विगूढेच्या द्वारा येतात. कोष्ठांगीच्या द्वारा येणाऱ्या चेतन प्रतीरण स्वरूपाच्या** असतात. ज्या मर्मामधे अंतर्मुखाचा संक्रम बहिर्मुखात होतो ती **मर्मे, मस्तुक आणि चतुष्क गुलिका यात** असतात.

जठरातील अन्नपचनाच्या तीन अवस्था असतात. अन्न जठरात येण्यापूर्वीच अन्नाच्या दर्शनाने किंवा वासाने जठरस्राव प्रेरित होतो. अशा प्रेरणेने येणाऱ्या स्रावाने जे पचन होते ते **चैतन पचन** होय. ती **पचनाची प्रथमावस्था** होय. प्रसंगी

अन्नाला गिळणीतून जठरात न येता बाहेर पडण्याची वेगळी वाट करून दिली असताना देखील जठरात स्राव येतो म्हणून चैतन हे नाव सार्थ ठरते.

प्रत्यक्ष जठरात अन्न आल्यानंतर त्याच्या स्पर्शप्रेरणेने स्राव होतो त्याने होणारे पचन ते **रासायनिक** पण **जठरप्रेरित** होय. ती **पचनाची दुसरी अवस्था** होय.

अन्नाचा काला अंशतः आतड्यात पोचल्यानंतर उलटून काही अंत्रस्राव जठरात येतो. त्याच्या योगाने जठरात पचन होते ते **रासायनिक** जठरात होणारेच पण **अंत्रप्रेरित पचन** होय. ती पचनाची **तिसरी अवस्था** ठरते. या तीनही अवस्था पूर्णपणे तुटक नसतात. पहिली चालू असतानाच दुसरी आणि दुसरी चालू असतानाच तिसरी सुरू होते.

प्रपाचकस्राव. तोंडात अन्न आल्यापासून २, ३ मिनिटात प्रपाचक प्रपिंडातून स्राव होऊ लागतो. किंचित् कालपर्यंत तो थोडा कमीदेखील होतो पण थोड्याच वेळात स्रवण वेग वाढत जातो. अन्नकाला अंत्रुकात येताक्षणीच तो बराच वाढतो. अन्नाचा प्रकार आणि आकार यांना अनुसरून त्याचे प्रकार, आकार, वेग, यात फरक पडत जातात. विगूढांचा संबंध तुटला असता स्राव बंद पडतो आणि विगूढा उत्तेजित केल्या असता तो वाढतो. विगूढांच्या उत्तेजनाने होणारा स्राव थोडका पण अधिक दाट असतो. प्रकारुणिक चेतनींच्या उत्तेजनाने देखील हा स्राव वाढतो. स्वाभाविकपणे तोंडात अन्न घेतल्याने होणारा स्राव परावर्तनरूप असतो हे उघडच आहे.

अन्नकल्क जठरातून अंत्रुकात गेल्यावर थोड्याच वेळात प्रपाचकस्रावाचा वेग बराच वाढतो आणि त्याचा प्रकार बदलतो. स्राव अगोदरच्या पेक्षा आकाराने अधिक पण पातळ होतो. यातील रहस्य असे कळून आले आहे की, जठरातील **हराम्लाच्या संपर्काने अंत्रुकास्तरातून एक विशेष द्रव्य निघते ते रक्तवाहिनी द्वारा प्रपाचकप्रपिंडास मिळाल्याने त्यातील स्राव करणाऱ्या पेशिका उत्तेजित होतात.** अशा द्रव्यास **स्यंद** असे नाव दिले असून या विशिष्ट स्यंदास **स्रवीन**[1] असे नाव दिले आहे. 1 Secretin.

अन्नात ओषट असते त्याच्या योगाने जठरस्रावाचे निस्तेजन होते पण **ओषट अंत्रुकात आल्यावर** मात्र **प्रपाचकस्रावाचे उत्तेजन** होते. हा स्राव भरपूर येतो. अम्लाने येणाऱ्या स्रावापेक्षा हा स्राव पुष्कळ दाट असतो. तथापि याच वेळी विगूढा चेतनी जर बधिर केलेली असली तर मात्र तो स्राव अम्लाने होणाऱ्या स्रावासारखाच असतो.

जठरातून आतड्यात येणारे अम्ल थांबले की त्याच्या योगाने स्रवीन होणेही थांबते. पण याच वेळी जर जठरातून ओषट आतड्यात आलेले असेल तर त्याच्या योगाने प्रपाचकस्राव उत्पन्न होणे ही क्रिया नवीनच सुरू होते आणि बराच वेळ चालू राहते.

कौद्वयुक्त पाणी किंबहुना साधे पाणी सुद्धा आतड्यात गेले असता स्रवीनद्वारा प्रपाचक स्राव येतो. चिंच लिंबू किंवा इतर फळातील अम्लद्रव्यांच्या योगाने सुद्धा प्रपाचकस्रावास उत्तेजन मिळते. कौद्व (Co_2) युक्त पाणी हे खरोखरी कार्बनिक अम्लच असते. तेव्हा सामान्यतः **अम्लाने या स्रावास उत्तेजन** मिळते असेच सिद्ध होते.

यकृतात **पित्तस्राव** सतत चालू असतो. ते पित्त पित्ताशयात जाऊन तेथे साठते. पित्ताशयात त्यातील बरेचसे पाणी झिरपून रक्तात जाते. त्यामुळे आशयातील पित्त बरेच (३ ते १० पट) दाट होते. प्राशनीत अन्न नसताना पित्ताशयाच्या मांसाचे तालबद्ध संकोचविकास होत असतात पण ते क्षीण व मंदही असतात. आत येते ते अन्न सामावण्याजोगी आशयाच्या कोठ्याची वाढ होत राहते. प्राशनीत अन्न आल्याने पित्तस्रवणास आणि आशयाच्या मांससंकोचासही प्रेरणा मिळते. प्रपाचक स्रावाबरोबरच पित्तस्रावही प्राशनीत उतरतो.

पित्तस्राव उत्तेजित होतो तो असा :–

१) जठर भरल्याने ताणले जाते तेव्हा परावर्तनाने पित्तस्राव होतो.

२) हराम्ल HCl किंवा स्वाभाविक भाजीपाला फळे यात असणारे एकादे अम्ल पाण्यात विरघळून किंबहुना नुसते पाणी सुद्धा आतड्यात आले असता पित्तस्राव उत्तेजित होतो.

३) प्रोतीन द्रव्याने आणि विशेषतः ओषटद्रव्याने पित्तस्रावास उत्तेजन मिळते.

४) स्वतः पित्त किंवा पित्तातील अम्ले प्राशनीत किंवा रक्तात आली म्हणजे पित्तस्रावास उत्तेजन मिळते. पित्तस्राव ही जशी सहज स्वाभाविक गोष्ट आहे तशीच पित्ताम्लाचे रक्तात शोषण हीदेखील स्वाभाविक गोष्ट आहे.

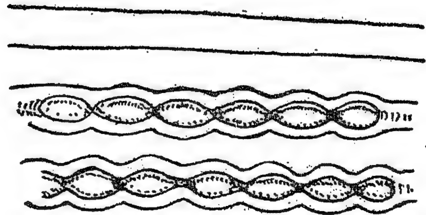
पित्तस्राव उत्तेजित झाल्याने पित्तस्रोतास ताण बसतो तेवढ्या ताणाने स्रोतोमांसास प्रेरणा मिळून पित्त अंत्राकडे वाहू लागते. पित्ताशयाच्या मांसास प्रेरणा देणारे तंतू विगूढा चेतनीत असतात. त्यांना परावर्तनाने उत्तेजन मिळते. पित्ताशयाच्या मांसास निस्तेजित करणारे चैतन तंतू प्रकारुणिक व्यूहात असतात. ते तुंदीय (चंद्रार्ध) पुंजकातून पित्ताशयात येतात. पुंजकपूर्व तंतू कोष्ठांग चेतन्यात

असतात. त्यातून वाहणाऱ्या चेतना निस्तेजन करणाऱ्या असतात. पित्ताशयतटात अंतर्मुख तंतू पुष्कळ असतात. यांच्यात प्रबल चेतना उत्पन्न झाल्या असताना वेदना अनुभवास येतात. **पित्तस्रोताच्या अंत्राकडील टोकाशी** एक मांसकंकण असते. हे **पित्तद्वारकंकण** होय. **प्रकारुणिक आणि प्रतिकारुणिक दोनही व्यूहातील तंतू त्यात असतात.** प्रतिकारुणिक तंतू विगूढेत असतात. विगूढेने स्रोतसातील मांसास प्रेरणा मिळते. त्याने पित्त द्वाराकडे ढकलले जाते; त्याचवेळी द्वारकंकण सैल होऊन पित्त अंत्रात उतरते. प्रकारुणिक तंतूच्या चेतनांनी याच्या उलट परिणाम होतात.

प्रपाचकप्रपिंड आतड्याच्या बाहेर असतो त्याचप्रमाणे यकृतही बाहेरच असते. त्यातून स्रवलेले पाचकरस आतड्यात येतात. तथापि स्वतः **आतड्याच्या तटातही प्रपिंड असतात त्यातून पाचकरस आतड्याच्या कोठ्यात येतात.** अंशतः ही गोष्ट अन्नकल्काच्या स्पर्शाने घडते ती त्याच्या रासायनिक घटनेवर अवलंबून असते. अन्नप्रकाराप्रमाणे या रसाचा आकार आणि प्रकारही वेगवेगळा असू शकतो. **आतड्यात विविध हालचाली** घडतात त्या अशाः—

१. दीर्घादीर्घीकरण. आतड्याच्या लांबीत कमी अधिकपणा येणे.

२. शिथिलाशिथिलन. आतड्याच्या मांस-तंतूत ताठपणा किंवा शिथिलता येणे. मांसतरस्विता कमीअधिक होणे. यामुळे आतड्याच्या लांबीत फरक पडतातच पण त्याशिवाय त्याच्या घेरातही फरक पडतात.



आ० ५५.२ आतड्याची चळवळ

३. पर्यायखंडन. आतड्याच्या वेजाच्या आकृतीत फरक पडणे. रिकामे निश्चल आतडे वाटोळे असते. पण चलन सुरू झाल्यावर या वाटोळेपणात फरक होतात ते चिमटले जाते; चपटे केले जाते, इत्यादी.

४. परिप्रचालन. वर सांगितलेल्या सर्व गोष्टी एकदम सर्व आतड्यात होत नाहीत, भागशः होतात. लहानसा नेदीय भाग आकरसतो आणि त्या शेजारचा दवीय भाग फुगीर होतो आणि पहिल्यातील काला दुसऱ्यात जातो. या चालीस परिप्रचालन म्हणतात.

1 Pendular. 2 Tonic. 3 Segmentative. 4 Peristaltic.

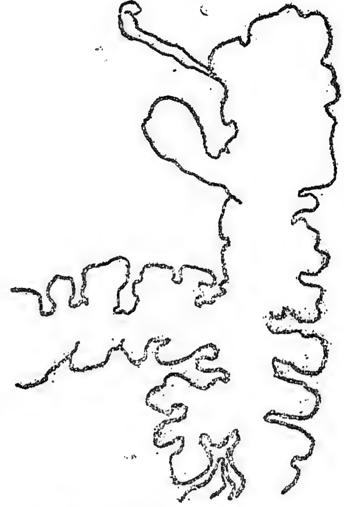
आतड्याच्या चलनांना प्रेरणा कशी मिळते ते आता पाहणे आहे:– स्पर्शप्रेरणा, रसप्रेरणा आणि चैतनप्रेरणा या तीनही प्रेरणा येथे लागू होत असतात असे दिसून येते. त्यातल्या त्यात स्पर्शप्रेरणा हीच प्रमुख प्रेरणा असते. विशिष्ट द्रव्याचा स्पर्श ही रसप्रेरणा होय. द्रव्यानुसार चलन थोडेबहुत वेगळ्या प्रकाराचे होते. वर सांगितलेल्या चार चलनाखेरीज आणखी एक बारीकसे चलन संभवते. उक्त चार चलने तटमांसतंतूंनी घडून येतात. तथापि **आस्तरालगत आतील अंगास जे छोटेछोटे मांसतंतू असतात त्यांच्या योगानेही बारीक हालचाली होतात** त्या महत्त्वाच्या असतात. एकादी टाचणी गिळली गेली असता ती प्राशनीच्या तटास टोचून अपाय करण्याचा पुष्कळ संभव असतो हे खरे. पण कुत्र्याच्या आतड्यात टाचणी सरकवून दिली असता ती तशीच आतड्यास दुखापत न करता गुदावाटे बाहेर पडल्याचे दिसून आले आहे. माणसाच्याही अंत्रात अंगठी बिनधोक टाचणी, शिट्टी, बोराच्या बिया, अशा चिजा जाऊन अपाय न करता बाहेर पडल्याची उदाहरणे घडली आहेत. या कामी उपयोगी पडणारे चलन आस्तरानुगत मांसतंतूचेच असते याविषयी संशय नाही. **अंत्रमार्गास अनुसरून शल्यपदार्थ कफलिप्त झाल्यानंतर ढकलला जातो.**

प्रकारुणिक आणि प्रतिकारुणिक अशा दोनही चेतना आतड्याला मिळतात. प्रतिकारुणिक चेतना विगूढेवाटे येतात. त्यांच्या योगाने तरस्विता (तरतरी) आणि परिप्रचालन यांना उत्तेजन मिळते आणि प्रकारुणिक चेतना कोष्ठांगी तंतूतून येतात. त्यांनी त्या गोष्टींचे निस्तेजन होते. या दोन चेतन्यातून चेतना नेहमीच थोड्याबहुत मानाने चालूच असतात. अंतःस्थिती आणि परिस्थिती या दोहीमुळे परावर्तन होते त्याचा हा परिणाम असतो. **वातावरणात बदल झाल्याने पचनादिकात फरक पडतो** आणि **अन्नपाण्यात बदल झाल्यानेही पचनादिकात फरक** पडतो, हेच या गोष्टीचे प्रत्यंतर होय. प्रयोगादाखल पशूच्या शरीरात या चेतन्यांपैकी एकीचे खंडन केले असता तद्विशिष्ट परिणाम झाल्याचे दिसून येते. अन्नाचा परिणाम या चेतन्यावर होतो तसा औषधांचाही होतो.

आपल्या इच्छेप्रमाणे आपले **जठर किंवा आतडे** आपल्याला वागवता येत नाही खरे. यामुळेच त्याचे व्यापार अनैच्छिक किंवा इच्छातीत असतात, असे म्हणतात. तथापि **आपल्या मनःस्थितीचा त्यांच्यावर काहीच परिणाम होत नाही असे नाही. तो आपल्या न कळत आणि काही वेळा आपल्या इच्छेविरुद्धही होत असतो.** उल्लसित आनंदी वृत्तीने ती ठीक चालतात पण शोकावेगाने ती थांबतात किंवा बिघडतात, यात शंका नाही. या गोष्टी परावर्तनरूप असतात. परावर्तनाचे

बहिर्मुख मार्ग विगूढा व कोष्ठांगी चेतनी हे होत. अंतर्मुख मार्ग विविध असू शकतात हे उघडच आहे. ओंगळ दृश्य पाहिल्याने किंवा शब्द ऐकल्याने ओकारी येते, हे जठरावरील परिणामाचे स्पष्ट उदाहरण आहे. दूरान्वयाने जठरावरचा परिणाम आतड्यापर्यंत पोचू शकेल हे उघड आहे.

लहान आतड्यात अन्नपचन झाल्यानंतर तेथील काला थोडा थोडा मोठ्या आतड्यात उतरतो. अंत्रका आणि उंड यांच्यामधे वल्ल असते. ते या समयास उघडते. प्रथमतः चढत्या आणि आडव्या उंडभागांच्या सांध्यापर्यंत चढत्या उंडाची नळी सैल होते आणि सांध्यात मात्र ती आवळते. काला तेथपर्यंत जाऊन सावकाशपणे उंडकापर्यंत उतरतो. ही गती प्रचालनाच्या उलट दिशेची असते. काही काला आडव्या उंडनळातूनही माघारी येतो. येथील गती पुष्कळ मंद असते. ती पूर्ण होण्यास लागणाऱ्या वेळात काल्यातील पाणी पुष्कळ अंशी शोषले जाऊन काल्याला विष्टारूप प्राप्त होते. **परिप्रचालन** आणि **परिप्रतिचालन** आडव्या व उतरत्या उंडभागातही घडते. आस्ते आस्ते विष्टा महागुदात रेटली जाते.



आ० ५५·३ भरलेले उण्ड.

अंत्रका आणि उंड यांच्या सांध्यात जे कंकण असते त्याच्या जवळ अंत्रकेत टोचणी लागली असता वेदना होतात पण त्याच्या जवळ उंडात टोचणी लागली असता वेदना होत नाहीत. अंत्रकेतील टोचणीने अंत्रका–उंड–कंकण आवळले जाते इतकेच नव्हे तर, असाच परिणाम जठरअंत्रक कंकणावरही घडतो. टोचणी उंडास कंकणाजवळ लागली तर उंडातच प्रचालन दृढ होते, पण अंत्रकातील आणि अंत्रिकेतील प्रचालन पुष्कळ मंदावते. उंडातील टोचणी थांबली की लहान आतड्यातील चलन सुरू होते.

कोष्ठांगी चेतनीच्या द्वारा प्रकारुणिक चेतना लहान आतड्यास मिळाल्याने त्याचे मांस शिथिल होते. त्याच वेळी अंत्रका-उंडकंकण घट्टपणे मिटते. **मोठ्या आतड्याला प्रकारुणिक आणि प्रतिकारुणिक चेतना** मिळतात त्या **अवजाठर** आणि

कटीरीय चेतन्यावाटे. प्रकारुणिक चेतना वरच्या भागास विगूढेतून आणि खालच भागास कटीरीयेतून मिळतात. यांनी चलनास उत्तेजन मिळते. अवजाठर चेतनीतू मिळणाऱ्या चेतनांचा परिणाम निस्तेजक असतो.

विष्टोत्सर्जन. उंडुक म्हणून जो मोठ्या आतड्याचा कटीरातील भाग आ त्यात भरपूर विष्टा साठल्याने त्या भागात परिप्रचालनास प्रेरणा मिळते. त्यामु थोडा **विष्टाभाग महागुदात जातो.** असे झाले म्हणजे **विष्टोत्सर्जन करण्याच आवेग उत्पन्न होतो.** यानंतर किंचित् कालाने जर त्याप्रमाणे व्यवस्था झाली नाह तर तो आवेग जिरून जातो. थोडासा वेळ लोटल्यानंतर पुनः काही विष्टा महा गुदात येऊन तसाच आवेग उत्पन्न होतो. याही **वेळी योग्य व्यवस्था झाली नाह तर** दोहींपैकी एक **दुष्परिणाम होण्याचा संभव असतो.** एक परिणाम असा की बराच वेळ पुनरावेग न येता विष्टा रूक्ष झाल्यावर मग आवेग येणे. यानंतरचे विष्टाउत्सर्जन कष्टाचे असते. दुसरा परिणाम असा की आवेग येणे मुळीच थांबणे ही गोष्ट फारच अनर्थावह असते. भूक लागत नाही, अन्नपचन होत नाही, आणखी काही दुखणे येण्याचा संभव उत्पन्न होतो.

विष्टोत्सर्जन हे परावर्तन आहे. त्याचा मेळ काही भोवतालच्या गोष्टीशी बुद्ध्या घातलेला असतो. किंबहुना असा मेळ घालण्यास आपण मुद्दाम शिकतो. हे **लहानपणीच शिकलेले संवर्तन** असते. ते मोडणे शक्य असते पण ते महाप्रयासाचे असते. पुष्कळ प्रसंगी ते साधत नाही. ही गोष्ट एकांतातच करावयाची असे ठरलेले असते. त्याचप्रमाणे विशिष्ट रीतीने बसून व्हावी असेही ठरलेले असते. या गोष्टीसच आपण सवय म्हणतो. सवयीवेगळी गोष्ट असताना उत्सर्जन कठीण होऊन बसते. माणूस आजारी होऊन त्यास बसवेनासे झाले की उत्सर्जन होणेही थांबते. सर्व सवयी म्हणजे संवर्तनेच असतात. त्यातल्या त्यात **उत्सर्जनासंबंधी संवर्तन फार दृढ असते.**

उत्सर्जनासंबंधी चेतन्यांची मर्मे कटीय व त्रिकीय कशाभागात असतात. तेथून अवजाठर व कटीरीय चेतन्या निघतात. यांपैकी अवजाठरेचे तंतू अधर धरित्रीय पुंजकापर्यंत जातात पण कटीरीयतंतू थेट आतड्याच्या तटातील पुंजकापर्यंत जातात. पहिले प्रकारुणिक व दुसरे प्रतिकारुणिक होत.

रिक्तचलने जठरात होतात म्हणून पूर्वी सांगितलेच आहे. तशीच ती **आतड्यातही होतात.** चलनाबरोबर कफस्रावही होत असतो. उपास दीर्घ काल केल्याने केवळ कफोत्सर्ग झाल्याची उदाहरणे घडलेली पाहण्यात आहेत.

प्रकरण ५६

चयन; अन्नाचे सार्थक

प्रत्येक गात्रात पेशिका असतात आणि थोडेबहुत पेशिकाबाह्य द्रव्यही असते. पेशिकाद्रव्याची घडामोड सतत होत असते आणि पेशिकाबाह्य द्रव्याचीही घडामोड प्रसंगविशेषी थोडीफार होत असते. **घडामोडीस चयन[1] असे नाव आहे. घडणे हे उपचयन[2] आणि मोडणे हे अपचयन[3]** होय. चयनास पुरेसा तदुपयोगी द्रव्यांचा पुरवठा अन्नापासून होतो. तसा पुरवठा होणे हेच अन्नाचे सार्थक होय. उपचयाबरोबर अपचयन अनिवार्यच असते. त्यात उत्पन्न झालेल्या द्रव्यांचा निकाल करणे म्हणजे उत्सर्जन होय. चयापचय जरी सतत होत असला तरी अन्नग्रहण व मलोत्सर्ग हे थांबून थांबून थोड्या थोड्या वेळाने होत असतात. घेतल्या अन्नावर संस्कार व्हावयाचे असतात आणि उद्‌भूत मलांना मलद्वारापर्यंत पोचवावयाचे असते. अन्नग्रहणानंतर त्याचे पचन कसे होते ते पाहून झाले आहे. आता त्यानंतर पचनाने उत्पन्न झालेली द्रव्ये हरएक गात्रात कशी आणि कोणत्या रूपाने पोचतात ते पाहणे आहे.

1 Metabolism. 2 Anabolism. 3 Catabolism.

अन्नातील **शार्कर द्रव्यापासून मुख्यतः द्राक्षजा उत्पन्न होते**. लहान आतड्याच्या पहिल्या भागातून द्राक्षजा[1] रक्तप्रवाहात जाते. थोडीशी फलजा[2] आणि आदुग्धजा[3]ही तशाच रीतीने रक्तात प्रवेश करते. यकृतात पोचल्यावर या दोन शर्करांचे रूपांतर द्राक्षजेतच होते. द्राक्षजेची संहती[4] वाढवीत जाता ती २ टक्के होईपर्यंत सबंध विद्रवच शोषले जाते. नंतर ६ टक्के संहती झाल्यापासून रक्तातले पाणी आतड्यात उतरू लागते. अशा रीतीने ही शर्करा सारक ठरते. एकाच वेळात द्राक्षजा जितकी शोषली जाते त्याच्या अर्ध्यापेक्षाही कमी फलजा शोषली जाते, काष्ठजा[5] शर्करा तर तृतीयांशापेक्षाही कमी शोषली जाते. आतड्याच्या **आस्तरपेशिकात** गेल्याबरोबर **द्राक्षजेपासून मांसीर[6]** उत्पन्न होत असावे असा तर्क आहे. अशा रीतीने द्राक्षजारेणू नाहीसा झाल्याने नवे रेणू ओढण्याची प्रवृत्ती होणे साहजिक आहे. या मांसीरापासून लगोलग द्राक्षजा उत्पन्न होत असावी असेही मानले पाहिजे. फलजेपासून मांसीर होत

नसले पाहिजे. तिचे द्राक्षजेत रूपांतर होऊन मग मांसीर होत असावे. आदुग्ध-जेचे वर्तन बहुश: द्राक्षजेसारखेच असते. केव्हातरी चुकून इक्षुजा शोषली जाते तेव्हा ती तशीच्या तशीच मूत्रावाटे बाहेर टाकली जाते, गात्रांना तिचा उपयोग होत नाही. **द्राक्षजासुद्धा १०० cc रक्तात ८० ते १०० mg असते. १८० पेक्षा अधिक झाल्यास ती मूत्रात उतरते.**

1 Glucose. 2 Fructose. 3 Galactose.
4 Concentration. 5 Xylose $C_5H_{10}O_5$. 6 Glycogen.

आतड्यात ओषट द्रव्यापासून घृतीन आणि सरबद्ध मेदस[1] अम्ले उत्पन्न होतात ती अंचलिकातील लिफवाहिन्यात शोषली जातात. तथापि मोठ्या लिफायन्यात शिरण्यापूर्वी **अंचलिकातील लिफायन्यातच** त्याचा संयोग होऊन पुन: **ओषटाचेच थेंब तयार** झालेले आढळतात. अशा रीतीने सुमारे दोन तृतीयांश ओषटाची व्यवस्था होते. उरलेल्या सुमारे तृतीयांश ओषटापासून झालेले **घृतीन व सरबद्ध अम्ले रक्तवाहिन्यांच्या द्वारा प्रतिहारी शिरेतून यकृतात जातात.** तेथे त्यापासून पुनः **पूर्ण ओषट रेणू तयार होऊन त्यांचेही पायस तयार होते.** लिफाय-न्यातून जाणाऱ्या ओषटासही पायसरूप आलेले असतेच. त्यामुळेच त्या वाहिन्यांना क्षीरायण्या[2] म्हणतात. आतड्यांत **पित्ताम्ले** असतात आणि **पस्फुरिक** अम्लही असते. यांपैकी प्रत्येकाचा ओषटाम्लाशी संयोग होतो. ही संयुगे आतड्याच्या कोठ्यात तयार होतात पण तीच आतड्याच्या तटाशी पोचल्यावर वियुक्त होतात. ओषटाम्ल रक्तवाहिन्यात किंवा क्षीरायण्यात जाते आणि पित्ताम्ल व पस्फुरिकाम्ल कोठ्यातील निराळ्या अम्लरेणूशी जुळण्याला मोकळे होते (ओषटाम्ल = सरबद्ध अम्ल; मेदस अम्ल)

1 Straight chain. Aliphatic. 2 Lacteals.

सर्व प्राण्यांच्या गात्रात पित्तस्थिरोल असते. अन्नातील पित्तस्थिरोल आणि इतर **स्थिरोलद्रव्येही** शोषली जातात पण **त्यांचे अभिशोषण होण्यास पित्ताचे साहाय्य अवश्य** असते. काही पित्ताचा उत्सर्ग मोठ्या आतड्यात होतो. त्याबरोबरच या पित्तस्थिरोलाचाही होतो. त्यात उज्जाची मिळवणी होऊन एक निराळे स्थिरोल उत्पन्न होते ते विष्टेत आढळते. त्याला विष्टस्थिरोल[1] असे नाव द्यावे. **जीवातुकांपैकी तीन ओषटात विरघळणारी असतात. ती शोषली जाण्यास पित्ताचे साहाय्य अवश्य** असते.

1 Coprosterol. Dihydrocholesterol. सोज्जद्व पित्तस्थिरोल

प्रोतीन द्रव्यांच्या पचनाने अमोदीनाम्ले तयार होतात ती आतड्याच्या रक्तवाहिन्यात शोषली जातात. प्राणिजप्रोतीनांपासून उत्पन्न होणाऱ्या अमोदीनाम्लांपैकी ९० टक्के शोषले जाणे शक्य असते. पण तशी गोष्ट वानसप्रोतीनांची नसते. त्यापासून होणाऱ्या द्रव्यांपैकी शोषला जाणारा अंश बराच कमी असतो. डाळींच्या बाबतीत तो ८० टक्क्यांच्या वर सहसा नसतो. प्रोतीनरेणूंपेक्षा अमोदीनाम्लांचे रेणू पुष्कळच लहान असतात. असे विघटन न होता सुद्धा **एकादे प्रोतीन रक्तात प्रवेश करू शकते. पण अशा प्रसंगी ते अंगी लागत नाही, इतकेच नव्हे तर त्याने शरीरास अपाय होण्याचा बराच संभव असतो.**

अभिशोषण. आतड्याच्या आस्तरातून रक्तवाहिन्यात किंवा लिंफवाहिन्यात अन्नविपाकद्रव्ये शोषली जाणे ही गोष्ट गलन[1] किंवा तर्षण[2] या गोष्टीपेक्षा बरीच निराळी आहे. एका कागदी गाळणीवर साखरेचा किंवा मिठाचा विरघळा टाकला तर तो जसाच्या तसा खाली उतरतो, त्याची संहती बदलत नाही. आतड्यातून शोषण होताना संहती पुष्कळ प्रसंगी बदलते. वेगवेगळ्या शर्करांच्या शोषणवेगासंबंधी जे वर सांगितले आहे ते साध्या गाळण्याच्या बाबतीत जे घडते त्याहून फार निराळे आहे. तर्षण म्हणून जी क्रिया निर्जीव पापुद्र्याच्या बाबतीत दिसून येते ती आतड्यातील जिवंत पापुद्र्याच्या संबंधी दिसून येत नाही. तेव्हा **शोषण हे गलन नव्हे किंवा तर्षणही नव्हे.** यासंबंधी नक्की नियम अद्याप सांगता येण्याजोगे समजून आलेले नाहीत. कारण जिवंत पापुद्र्यावर मोजमापी प्रयोग करणे साधत नाही. जिवंत पापुद्र्यात महत्त्वाचे फरक त्यास मिळणाऱ्या चेतनांच्या मुळे होत असतात. या चेतना चैतनतंतूंच्या द्वारा मिळत असतात. त्यांचे नेमके मापन करणेही साधत नाही. या बाबतीत अंत्रास्तराच्या रासायनिक घटनेचा काही संबंध असतो, याविषयी काही संशय रहात नाही. आस्तरामधे ज्या पेशिका असतात त्यांच्या अंगी ओषटांश असतो. त्यात विरघळणारी द्रव्येच केवळ त्या पेशिकात शोषलेली आढळतात. पेशिका-पेशिकात अंतर फार थोडे असते, पण त्यातून ओषटात न विरघळणारी द्रव्ये शोषली जातात असे दिसून येते. तेव्हा येथे विद्राव्यतागुणाचा संबंध आहे हे उघड आहे. 1 Filtration. 2 Osmosis.

साधे मीठ सामुद्रहरद असते. त्याचा रैणवभार ५८ तर सामुद्रगंधिकाचा रैणवभार १४२ असतो, आणि द्राक्षजेचा रैणवभार १८० असतो. तीनही द्रव्ये पाण्यात विरघळतात आणि त्यांचे विरघळे गाळणीपार जसेच्या तसे जातात. हेच विरघळे आतड्यात आले असता शर्करा संपूर्णपणे आस्तरापार जाते, साधे मीठ पुष्कळ अंशी जाते, पण संपूर्णपणे जात नाही आणि सामुद्रगंधिक मुळीच पार जात नाही. फार दाट विद्रवे अंत्रात गेली तर प्रथम त्यावर पुष्कळसा स्राव ओतला

जातो. त्यात भरपूर पाणी असते. त्याने त्यांची संहती कमी होते, मग ती शोषली जातात. सामुद्रगंधिक मात्र शोषले जात नाही. **स्रवण व तरस्व दोही क्रियांमुळे लवणावर व शर्करेवर रक्तातून पाणी येते. शर्करा पूर्ण शोषली जाते, लवणातील एक पुष्कळसे शोषले जाते, दुसरे शोषले जात नाही. ही निवड जिवंत पेशिकांच्या आधीन असते.** खटलवणाच्या संबंधी अशी गोष्ट घडते की, अन्नामधे ओषट असले तर त्याजबरोबर हे लवण शोषले जाते. एरवी ते अर्धवट शोषले जाते किंवा जातही नाही.

अन्नविपाक म्हणजे अन्नपचनाने प्राशनीत तयार झालेली द्रव्ये होत. ती अभिशोषणाने रक्तात उतरली म्हणजे परिवाहिन्यातून परिवाह होऊन ती हरएक गात्रात जाण्याची सोय होते. गात्रामध्ये अपचयन चालू असते त्याने उत्पन्न झालेले मल वाहिन्यात सामील होतात आणि उपचयाकरता रक्तातील द्रव्ये वापरली जातात. ज्या त्या गात्राच्या घटनेनुसार या द्रव्यांची निवड होते हे उघडच आहे. गात्रांची रासायनिक घटना समजली म्हणजे ही निवड कोणत्या द्रव्याची कोठे होते ते समजू शकेल. म्हणून आता आपण **गात्र-घटनेचा** विचार करू. गात्रा-गात्रात ज्या पेशिका असतात त्यात शार्कर ओषट प्रोतीन लवणे आणि पाणी या सर्व प्रकारांच्या द्रव्यांचा समावेश असतो. **अपिस्तरात** पेशिकाच भरलेल्या असतात. यकृत आणि वृक्क या पिंडात बहुतांशी अपिस्तरगात्र असते. हृदयात बहुतांशी मांस असते.

	पाणी	**प्रोतीन**	**ओषट**	**शार्कर** (मांसीर)	**लवणे**
यकृत	७१·२	२०·७	४.५	१·५	१·६
वृक्क	७६·७	१६·९	४.८	०·४	१·२
हृदय	६२·६	१८·०	२०·४		१·०
मांस	७५·९	१८·४	०·९	१·५	१·३

—**मांसातील** तंतुद्रव्य पिंडूर जातीचे असते. त्याचे नाव मांसीन.[1] तंतूंच्या भोवती इतर प्रोतीनांचे आवरण असते. 1 Myosin.

मेंदूतील धवलांशापेक्षा धूसरांशांत पाणी अधिक असते. धवलांशांत आधारगात्र असते तितके धूसरांशांत नसते. दोहीत सरासरीने पाणी ७८ टक्के असते. कशेमध्ये पाणी ७५ टक्के असते तसेच चेतन्यामधेही. इतर घटकांच्या बाबत मेंदू, कशा व चेतन्या यात भेद नसतो. सर्वात एक टक्क्याच्या सुमारात लवणे असतात त्यात पालाश—हरद आणि स्फुरिक यांचा भरणा विशेष असतो. जलेतर द्रव्यात ३८ ते ४० टक्के प्रोतीन आणि ५० हून अधिक टक्के ओषट अशी वाटणी असते. प्रोतीनात पिंडूर व खरप्रोतीनही असते. ओषटांचे निरूपण प्र. ४० त केले आहे. **चैतनगात्राच्या रसात** अकार्बनी

लवणे तशी कार्बनी द्रव्येही असतात. यकृतात ओषट असते त्याची चयनत्वरा चैतनातील त्वरेच्या ६, ७ पट असते.

समन्वयी गात्राचे जे अनेक प्रकार आहेत त्यात काही भाग **सूत्रल** व अतन्य तर काही **चिवट** किंवा तन्य असतो. दोनही प्रकारात **उपसंरस** हे एक आणि **आततीन** हे दुसरे प्रोतीन द्रव्य असून शिवाय विशिष्ट शार्कर-प्रोतीन द्रव्येही असतात त्यास **कफप्रोतीन** म्हणतात. त्यांची टक्केवारी :–

	उपसंरस	**आततीन**	**कफप्रोतीन** (हे अपचनीय असते)
सूत्रल	३१·६	१·६	०·५
(तन्य) चिवट	७·२	३१·७	०·५

कठीण गात्रात **कास्थी** आणि **अस्थी** यांचा समावेश होतो. दोहीत थोड्याशा पेशिका असतात. पेशिकाबाह्य द्रव्यात पाणी पुष्कळ असते. अस्थीत ते १४ ते ४४ टक्के असते तर कास्थीत ते ७० टक्क्यांच्या सुमारास असते. इतर द्रव्यात अस्थिमज्जेत २५ टक्क्यापर्यंत ओषट असते, कास्थीत ते नसते. कास्थीत खनिज द्रव्य अगदीच थोडे असते तर ते अस्थीत ३० टक्क्यांच्या सुमारात असते. हे खनिजद्रव्य बहुतांशी ३ [$Ca_3(PO_4)_2$] $CaCO_3$ या समासास जुळेल असे असते. काही थोडासा अंश Mg, K, Cl, Fl यांचा असतो. कार्बनी ओषटे तर स्थायुद्रव्ये अस्थि व कास्थी यात असतात ती पुष्कळ अंशी एकसारखी असतात. ती उपसंरस आकफीन व खर-प्रोतीन वर्गातली असतात. कास्थीपेक्षा अस्थी कठीण आणि **दंत त्याहीपेक्षा कठीण** असतात. अधिलेप व दंतीन यांची घटना अशी :–

	अधिलेप	**दंतीन**	
Ca	३५·८	२६·५	% शुष्कभार
Mg	०·२७	०·७९	
Na	०·२५	०·१९	
K	०·०५	०·०७	
P	१७·४	१२·२	
CO_3 पासून मिळणारा CO_2	२·९७	३·०६	
Cl	०·३	०·०	
Fl	०·०११२	०·०२०४	
Fe	०·०२१८	०·००७२	
कार्बनी द्रव्य	१·०	२५·०	

Harper p. 432.

रक्तातील काहीं घटकांचे कोष्टक मागे रक्तप्रकरणी (पृ. ३४९) दिले आहे. त्यात अमोदीन अम्ले आणि शर्करा यांचे अंक दिले आहेत पण ओषटाचा अंक दिला नाही. वस्तुतः या तिहींचे **रक्तातील प्रमाण** वरचेवर बदलत असते. त्यातल्या त्यात **ओषटाचे फारच बदलते.** अन्नपचनाने ते वाढते आणि चयापचयाने ते कमी होते. हा बदल ओषटात अतिशय असतो. तो शंभरी ०·३ पासून १ पर्यन्त असू शकतो. शर्करेचा अंक ८० ते १८० mg. पर्यन्त असतो. अमोदीन अम्लांच्या संकलित अंकात विशेष भेद नसतात तरी व्यक्तिशः पुष्कळ भेद असतात.

सर्व गात्रांचे पोषण रक्तातील घटक द्रव्यापासून होते. पेशिकांची झीज सतत थोडथोडी होत असते. ती उच्छ्वसित वायू मूत्र स्वेद व विष्टा यांच्या रूपाने दृष्टोत्पत्तीस येते. ही झीज भरून निवणे आणि यथाकाल वाढ होणे हे पोषणाचे स्वरूप आहे. याकरता रक्तघटक खर्च होत असतात पण ही खर्ची थोडकीशीच असते. तिजपेक्षा पुष्कळ अधिक खर्ची हालचालीकरता जी शक्ती लागते तिजसाठी होत असते. ही शक्ती मांसगात्रात उत्पन्न होत असते. मांसात थोडेसे मांसीर असते त्यापासून तक्रिक अम्ल उत्पन्न होते. ते होताना शक्ती प्रकट होते. हे मांसीर रक्तातील द्राक्षजेपासून उत्पन्न होते. रक्तात द्राक्षजेची भरती आणि मांसात तिजपासून होणाऱ्या मांसीराचा व्यय या क्रिया नेमक्या एकावेळी जुळणे सहसा जमत नाही. द्राक्षजेची भरती होते तेव्हा शक्ती उत्पन्न होण्याची गरज सहसा नसते. अशावेळी ही **शर्करा मांसीररूपानेच यकृतपिंडात साठविली जाते.** जेव्हा तिची प्रत्यक्ष मांसात गरज असते तेव्हा मांसीराची शर्करा बनून रक्तद्वारा मांसास मिळते आणि तेथे उपयोगी पडते. मांसीर ⇄ द्राक्षजा **या विक्रिया दोही पक्षी काही वितंचकांच्या सान्निध्यात होत असतात.** शार्करान्नाचा प्रमुख उपयोग हाच असतो.

शक्तिसंपादनाकरता शर्करेचा उपयोग होतो तेव्हा एक नव्हे **पाच पन्नास विक्रिया एकामागून एक घडत असतात.** द्राक्षजेचा व्यय होतो आणि अखेर कौद्र व पाणी उत्पन्न होतात हे संकलित वर्णन आहे. मध्यंतरी उपयोगी पडणारी आणि प्रकट होणारी अनेक द्रव्ये कार्यकारी मांसात आढळून येतात. त्यावरून कोणत्या विक्रिया होत असाव्या याविषयी तर्क बांधता येतो. एकंदरीत पाहता शक्तिदायी विक्रियांचे दोन टप्पे तरी स्पष्ट होतात. प्रथमतः शाधिप्रामोद-त्रिपस्फुरिकाम्ला-पासून[1] शाधिप्रामोद-द्विपस्फुरिकाम्ल[2] आणि पस्फुरिकाम्ल अशी विघटनात्मक विक्रिया घडते. ती शक्तिदायी असते. मांससंकोचास तीच उपयोगी पडते. याशिवाय जे द्विपस्फुरिकाम्ल उत्पन्न होते त्याच्या निदेशनाने क्रवितीनपस्फुरिकाचे[3]

विघटन होऊन नवे पस्फुरिकाम्ल उत्पन्न होते. यानंतर मांसीरापासून तक्रिकाम्ल[4] किंवा त्रिकोनाम्ल[5] उत्पन्न होते. **थोडक्या श्रमाच्या कामाने त्रिकोनाम्ल होते.** आणि **पुष्कळ श्रमाच्या कामाने तक्रिकाम्ल उत्पन्न होते.** ही विक्रियासुद्धा शक्तिदायी आहे. तिने प्रकट होणाऱ्या शक्तीचा उपयोग शाधिप्रामोदत्रिपस्फुरिक व क्रवितीन-पस्फुरिक यांच्या पुनरुज्जीवनाच्या कामी होतो. विक्रियांचा दुसरा टप्पा ऊर्व मिळाल्याने सुरू होतो. त्रिकोणाम्ल किंवा तक्रिकाम्ल यांच्या ऊर्वणाने कौद्व व पाणी आणि उष्णता उत्पन्न होते. त्याबरोबरच **सुमारे तीन चतुर्थांश अम्लापासून मांसीराचे पुनरुज्जीवन होते.**

1 A T P. 2 A. D. P. 3 Creatinphosphate.
4 Lactic acid. 5 Pyruvic acid. (हालाहल प्रकरण पहा).

यकृतात मांसीररूपाने **शार्कराज्ञाचा** संग्रह असतो तो **सुमारे १५०** ग्राम असतो. हे मांसीर बहुशः द्राक्षजेपासून झालेले असते हे खरे. तरी ते अंशतः ओषटापासून आणि अमोदीनाम्लापासूनही होऊ शकते असे प्रत्ययास येते, कारण शार्कर अन्न कमी केले तरी इतर अन्नापासून त्यांची उत्पत्ती झालेली आढळून येते. मांस आणि इतर गात्रातही थोडेबहुत मांसीर आढळते तरी त्याचा खरा योग्य वेळी उपयोगी पडण्याजोगा संग्रह यकृतातच असतो. ऊस साखर १२० ग्राम पर्यंत पोटात घेतली असता आत राहू शकते. अधिक घेतली असता रक्तात द्राक्षजा वाजवीपेक्षा अधिक होऊन मूत्रात उतरू लागते. असा परिवाह न होता तीकीर पुष्कळ अधिक पचनी पडू शकते. उलट स्वतः द्राक्षजेची ही मर्यादा १५० ग्राम आणि आदुग्धजेची मर्यादा अवघी ४० ग्राम असते. रक्तात शोषली जाऊन यकृतात मांसीररूपाने संग्रह होण्यावर या गोष्टी अवलंबून आहेत. **मनुष्याच्या सामान्य व्यवहाराला दररोज ५०० ग्राम द्राक्षजेची गरज असते.** इतकी साखर उत्पन्न होण्याजोगे अन्न असलेच पाहिजे. शारीरकष्ट करणाराला त्या कष्टाच्या मानाने अशा अन्नाचा पुरवठा विशेष पाहिजे हे उघड आहे.

सर्व पेशिकांच्या अंगद्रव्यात थोडेसे ओषट असते. त्यातल्या त्यात चैतन गात्रात व अधिवृक्कात ते विशेष असते. त्वचेखालील समन्वयी गात्रात ओषटाचा भरणा बराच असतो. आतड्यास लागलेल्या वपेमध्ये त्याचा भरणा असतो तो अन्नात ओषटाचा पुरवठा वाढला असता पुष्कळ वाढू शकतो. अंतरिंद्रियांच्या भोवताली कोंदणासारखे समन्वयी गात्र असते त्यातही अशा प्रसंगी ओषट भरपूर साठते. **साधारणतः एकंदर वजनाचा दशांश ओषटाचा असतो तो त्याच्या दुप्पट किंवा अधिकही होऊ शकतो. अंतरिंद्रियात ओषट हे मुख्यतः कोंदण असते** तर **त्वचेखाली**

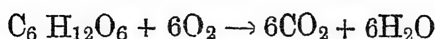
ते उष्मरक्षक द्रव्य असते. तेथे आणि विशेषतः **वपेमध्ये ते साठवणीचे द्रव्य असते.** अन्नात ओषटाचा तुटवडा पडला म्हणजे वपा व तिजमागून त्वचेखालील समन्वयी गात्र यातील ओषटाचा खप अधिक अवश्य कामासाठी होतो. मेंदूमध्ये पस्फुरौषट असते ते तेथील आधारगात्राचा घटक म्हणून विशेष महत्त्वाचे आहे. हा आधार पाहिजे तसा विनम्र[1] असतो. आतील नाजूक गात्र संभाळण्याला अशाच पदार्थांची आवश्यकता असते. ओषटाम्ले आणि त्यांशी पित्तस्थिरोल[2] संयोग होऊन बनणारीं द्रव्ये यांचा समावेश पेशिका व गात्ररस यात असतो. अशी द्रव्ये मेंदूमध्ये इतर इंद्रियातल्या पेक्षा बरीच अधिक आढळतात.

1 Plastic. 2 Cholesterol.

अन्नामधे साधारणपणे ५० ग्राम ओषट असावयास पाहिजे. अन्नातील ओषट आणि शरीरातील अंगभूत ओषट यात थोडासा फरक असतो. हा फरक घडवून आणण्याचे काम **यकृतात** चालते. शरीरातल्या शरीरात वेगवेगळ्या गात्रातील ओषटातही किंचित् फरक असतो. हा फरकसुद्धा यकृतात उत्पन्न होऊन त्या त्या गात्राच्या वाटचास जाणे शक्य आहे, किंवा तो थेट त्या त्या गात्रातही उत्पन्न होणे हेही संभवनीय आहे. **आवश्यकतेपेक्षा ओषटाचा पुरवठा कमी असला म्हणजे ते शार्कर किंवा प्रोतीन द्रव्यापासूनही उत्पन्न होऊ शकते** हे त्या त्या द्रव्यांच्या रासायनिक घटनेवरून कळून येण्यासारखे आहे. अशीतिकाम्ल आणि त्रिकोणाम्ल यापासून ओषट उत्पन्न होऊ शकते, असे प्रयोगसिद्ध आहे. पस्फुरौषट[1] आणि आदुग्धौषट[2] यांची मेंदूमधे गरज असते. त्यांची इतर द्रव्यापासून उत्पत्ती **यकृतामधे** होते. पहिल्या प्रकारच्या द्रव्यांच्या संघटनेस पस्फुरिकाम्ल व पित्तामोद[3] यांची गरज असते आणि दुसऱ्या प्रकारच्या द्रव्यांच्या संघटनेस इतर सामान्य ओषटे व आदुग्धजा[4] यांची गरज असते. ही द्रव्ये सहसा कमी पडण्यासारखी नाहीत.

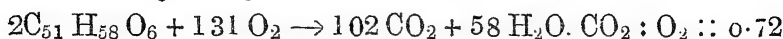
1 Phospholipid. 2 Cerebroside. 3 Choline. 4 Galactose.

शक्तिसंपादनाकरता शार्करद्रव्याचा व्यय होतो म्हणून वर सांगितले. त्याच्याच जोडीला आता असेही सांगणे आहे की याच कामी अल्पांशाने ओषट-द्रव्याचाही उपयोग होत असतो. या गोष्टीविषयी अनुमान सहज करता येते ते असे. शर्करेचे ऊर्वण होते तेव्हा जितका ऊर्ववायु खपतो तितकाच कौद्ववायू आकारतः उत्पन्न होतो हे त्यासंबंधी जे विक्रियावाक्य आहे त्यावरून स्पष्ट समजून येते.



$$C_6 H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$$

यावरून $CO_2 : O_2$ हे गुणोत्तर १ असावे असे ठरते. परंतु प्रत्यक्ष मापे घेऊन पाहता फार झपाट्याने श्रम करीत असता मात्र ते १ असते. सामान्य श्वसनात ते ०.८ असते. अधिकाधिक श्रम करीत असता वाढता वाढता पराकाष्ठेचे श्रम करीत असताना मात्र ते १ होते. शर्करेऐवजी तालिक[1] ओषट ऊर्वण पावत आहे असे समजलो तर हे गुणोत्तर[2] पुष्कळ कमी येते :–



$$2C_{51} H_{58} O_6 + 131\, O_2 \rightarrow 102\, CO_2 + 58\, H_2O.\; CO_2 : O_2 :: 0{\cdot}72$$

श्वसनामधे हे गुणोत्तर एकापेक्षा कमी येण्याचे कारण **पुष्कळशा शर्करेबरोबर थोडथोडे ओषट ऊर्वण पावत असते,** असा निष्कर्ष निघतो. मांसामधे जी शक्ती प्रकट होते ती सर्वच काही शर्करेच्या ऊर्वणाने उत्पन्न होते असे नव्हे, तर ती काही अंशी ओषटाच्या ऊर्वणानेही उत्पन्न होते यात शंका नाही. अधिक बारकाईने तपास करता कळून येते की, शर्करेच्या ऊर्वणात जसा शाधिप्रामोद–त्रिपस्फुरिकाचा उपयोग असतो तसा तो ओषटाच्या ऊर्वणातही असतो.

1 Tripalmitin. 2 Respiratory quotient.

मेदसाम्लांचे ऊर्वण. शरीरात संग्रह ज्याचा होतो त्या ओषटास मेद म्हणतात. त्यापासून जी अम्ले निघतात ती मेदसाम्ले होत. ती जेव्हा शक्तिसंपादनाच्या कामी येतात तेव्हा त्यापासून कौद्रCO_2 आणि पाणी H_2O ही द्रव्ये उत्पन्न होतात. मेदसाम्ले उत्पन्न होतात तेव्हाच घृतीनही उत्पन्न होत असते. मेदसाम्ल व घृतीन यांची वेगवेगळी वाट लागते. घृतीनापासून मांसीर बनत असावे असा तर्क आहे. ते शार्कर द्रव्य असल्यामुळे त्याचा विनियोग तौकीराप्रमाणे होतो हे उघड आहे. मेदसाम्लाचे ऊर्वण प्रथम यकृतात होते. नंतर ते इतर गात्रात होते. प्रथमतः COOH च्या एकांतरात असलेल्या C चे ऊर्वण घडते.[1] तेथेच कार्बनी सर तुटतो. परिणामी 2C कमी असलेले मेदसाम्ल तयार होते. या अम्लाचीही वाट पहिल्याप्रमाणेच लागते. शेवटी C_4 असलेले सरबद्ध अम्ल तयार होते.

1 β oxidation.

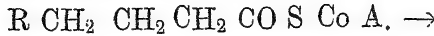
प्रस्तुत ऊर्वण घडून येण्यास अशीतिलयुक्त सहवितंचक A चा उपयोग होतो. याचा समास HS–Co A असा लिहितात. (प्र० ४८ पृ० २९५ पहा)

अशीतिल सहवितंचक A CH_3 CO S Co A असे दर्शवतात. अधिक भारी मेदसाम्ल आणि प्रस्तुत सहवितंचक यांचे–

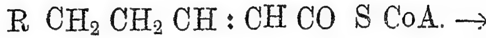
संयुग (बांधव) R CH_2 CO S Co A असे दर्शवतात.

पुढे दिलेल्या ऊर्वणाच्या पहिल्या पाहिरीवर A T P अध्याहृत आहे. (प्र० ४८) त्याचे विघटन होऊन शक्ती उत्पन्न होते. ती नंतरच्या अम्लविक्रियास उपयोगी पडते. नंतरच्या पाहिऱ्यावर निरनिराळी वितंचके व सहवितंचके कामी येतात.


$R\,CH_2\,CH_2\,CH_2\,COOH + H\,S\,Co\,A \rightarrow$


$R\,CH_2\,CH_2\,CH_2\,CO\,S\,Co\,A. \rightarrow$

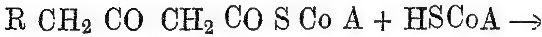

$R\,CH_2\,CH_2\,CH_2\,CO\,S\,CoA \rightarrow$

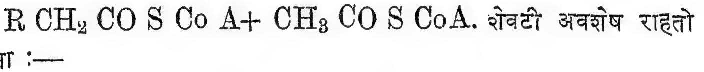

$R\,CH_2\,CH_2\,CH : CH\,CO\,S\,CoA. \rightarrow$

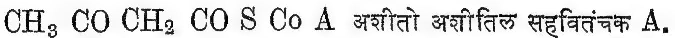

$R\,CH_2\,CH : CHCO\,S\,CoA \rightarrow$


$R\,CH_2\,CHOH\,CH_2\,CO\,S\,CoA \rightarrow$


$R\,CH_2\,CO\,CH_2\,CO\,S\,CoA$


$R\,CH_2\,CO\,CH_2\,CO\,S\,Co\,A + HSCoA \rightarrow$


$R\,CH_2\,CO\,S\,Co\,A + CH_3\,CO\,S\,CoA.$ शेवटी अवशेष राहतो तो असा :—


$CH_3\,CO\,CH_2\,CO\,S\,Co\,A$ अशीतो अशीतिल सहवितंचक A. याची सहवितंचक A शी विक्रिया होऊन अशीतिल सहवितंचक A उत्पन्न होते.

प्रस्तुत अशीतिल सहवितंचक A मेदापासूनच उत्पन्न होते असे नव्हे तर ते शार्कर व प्रोतीन द्रव्यापासूनही उत्पन्न होत असते. ते त्रिकोणाम्लापासून उत्पन्न होत असून हे अम्ल शार्कर तसे प्रोतीनापासून उत्पन्न होणाऱ्या पुष्कळशा अमोदीनाम्लापासूनही उत्पन्न होत असते. या सहवितंचकाचे ऊर्वण यकृताबाहेरच्या विविध गात्रात घडून येते.

जंबीरिकाम्ल क्रियाचक्र. जीवातु B चे विवेचन करताना प्रोतीनांच्या शरीरातील घडामोडींमध्ये अशीतिक, त्रिकोण व ओषणाशीतिक अम्ले उत्पन्न होतात असे सांगितले आहे. ही अम्ले शार्कर व मेद यापासूनही उत्पन्न होणारी आहेत. अशीतिलसहवितंचक A आणि ही अम्ले यांच्यापासून प्रथमत: जंबीरिक अम्ल उत्पन्न होते आणि नंतर अनेक-विध विक्रिया होऊन एकतर पूर्ण ऊर्वण होते किंवा अन्यविविध विक्रिया होऊन अखेरीस पुन: शार्कर, मेद, प्रोतीन यांची उत्पत्तीही होऊ शकते. त्यामुळे या विक्रियांना जंबीरिकाम्ल रहाटी (चक्र) म्हणतात. हे चक्र किंवा ही रहाटी थोड्या संक्षेपाने येथे दिली आहे :

त्रिकोणाम्ल → CO_2

→ CH_3 COS Co A अशीतिल सह० A.

+ HSCoA

— HSCoA + H_2O

CO_2 → HOOCCOCH_2COOH

ओषणाशीतिक अम्ल → HOOCCOHCH$_2$COOH

CH_2COOH जंबीरिक अम्ल

$-H_2O$

HOOCCHOHCH$_2$COOH
आम्रिक अम्ल

$+H_2O$

HOOCCCH_2COOH अतीषिक अम्ल
Aconitic acid.
CHCOOH

HOOCCH : CHCOOH
अनुइक्षविक अम्ल

+ H_2O

- 2 H

HOOCCH_2CH_2COOH
इक्षविक अम्ल

HOOCCHCH$_2$COOH जंबीरिक अम्लप्रकार
CHOHCOOH

CO_2 ←

$+ H_2O - 2H$

-2H

HOOCCOCH_2CH_2COOH
हलोन गुडालिक अम्ल

HOOCCHCH$_2$COOH ओषण-इक्षविक अम्ल
COCOOH

CO_2 ← (Thorpe p-247)

जंबीरिकाम्लाचे दोन प्रकार असतात. एकापासून दुसरा उत्पन्न होत असताना अतीषिक अम्ल उत्पन्न होते. आणखीही काही विक्रिया या चक्रात होत असण्याचा संभव आहे. या क्रियाचक्रात ११ हून अधिक वितंचके कामास येत असतात. उजवीकडून CO_2 पर्यन्त या विक्रिया विघटनरूप आहेत. डावीकडे इतर घटनरूप आहेत.

मध्यंतरी संकलित विक्रिया :–

$$CH_3COOH + 2\,H_2O \rightarrow 4\,H_2 + 2\,CO_2$$

अखेरची विक्रिया $4\,H_2 + 2O_2 \rightarrow 4H_2O$ अशी असते. या राहटीचे एकंदर स्वरूप ऊर्वण हे आहे. त्याकरता नि अ द्वि NAD = DPN (प्र० ४८)

याचा सतत पुरवठा लागतो. हे द्रव्य H चा स्वीकार करते. या विक्रियात पुष्कळ उज्जवितंचकांचा उपयोग होत असतो. ऊर्वाचा पुरवठा श्वसनाने होतो. कौद्राचा निकाल श्वसनानेच होतो.

TPN = NADP याने H चा स्वीकार होतो. (प्र ४८ पृ. २९३ पहा)

DPN=NAD याने H चा स्वीकार होतो.

पित्तस्थिरोल आणि तद्भव हलिक लवणे पेशिका व गात्ररस यात असतात. त्यांचा भरणा मेंदूमधे विशेष असतो. प्राणिज अन्नातील पित्तस्थिरोल रक्तात शोषले जाते पण उद्भिज्ज अन्नाचे तसे नाही. असे असले तरी त्याचा तुटवडा पडण्याचा संभव फार थोडा असतो, कारण ते शरीरात **अशीतिकाम्लासारख्या अल्पाकार रेणूंपासून विविध इंद्रियात उत्पन्न होऊ शकते**. यकृत, मांस, अंत्रास्तर, अधिवृक्क, इत्यादि इंद्रियात त्याची उत्पत्ती आढळून आली आहे. उंडाच्या आस्तरातून पित्तावरोबर त्याचे उत्सर्जन होते. तेथे त्यापासून विष्टस्थिरोल[1] उत्पन्न होते. ही कृती तेथील जंतूंची असते. पित्तस्थिरोल हे धायक असून त्याचे हलिकाम्लाशी संयोग होऊन हलिके तयार होतात. हे स्थिरोल व हलिक यांचे प्रमाण वेगवेगळ्या गात्रात वेगवेगळे असते. मेंदूमधे हलिक अत्यल्प असते तर अधिवृक्कात ते बरेच असते. यकृतात पित्तस्थिरोलापासून पित्ताम्ले तयार होतात. एकंदर स्थिरोलाचा ८५% भाग या वाटेने जातो. पित्त यकृतातून पित्ताशयात, तेथून आतड्यात आणि त्यातून अंशतः पुनः रक्तात कसे घेतले जाते ते पूर्वी सांगितलेच आहे.

1 Coprosterol = Dihydrocholesterol.

शरीरपेशिका मुख्यतः प्रोतीनद्रव्याच्या बनलेल्या असतात. काही पेशिकाबाह्य गात्रपदार्थ देखील प्रोतीनघटित असतात. प्रोतीनाची रासायनिक घटना फार क्लिष्ट असते. प्रोतीनाच्या विघटनाने पंचवीस तीस अमोदीनाम्ले उत्पन्न होतात. याखेरीज आणखी लवणे व शार्कर व ओषट द्रव्येही त्यापासून निघतात. अन्नपदार्थात सुमारे वीस अमोदीनाम्ले असतात. त्यात निदान आठ तरी अवश्य असतात. ती इतरापासून शरीरात उत्पन्न होऊ शकत नाहीत; इतर मात्र त्यापासून होऊ शकतात प्रत्येक गात्रात किंबहुना गात्रभागात देखील विशिष्ट प्रोतीन असते. अन्नप्रोतीनाच्या पचनाने अमोदीनाम्ले उत्पन्न होतात ती रक्तात सामील होतात. त्यापासून त्या त्या गात्राच्या त्या त्या भागात ती ती प्रोतीने उत्पन्न होतात. परकीय प्रोतीन रक्तात घुसले असता अंतरिंद्रियात खळबळ उडून जाते, ताप येतो आणि इंद्रियक्रिया बिघडतात. याच वेळी परकीय प्रोतीनाचा प्रतिकार करणारी प्रोतीने शरीरात उत्पन्न होतात. ती प्रतिकारास पुरी पडतील किंवा नाही हे

दोहीं प्रोतीनांच्या बलाबलावर अवलंबून राहते. दहावीस अमोदीन अम्ले, दहा पाच लवणे, शर्करा आणि ओषट, इतके प्रोतीन घटक असल्यामुळे प्रोतीनात पुष्कळ विविधता संभवते. **अन्नप्रोतीनापेक्षा शरीरातील घटक प्रोतीने वेगळीच असतात. ती तयार होण्याकरता अन्नप्रोतीनांचे विघटन अवश्य असते ते आतड्यात घडून येते. शेकडो विक्रिया शरीरात चालू असतात त्या सर्वात बहुधा वितंचकांचा संबंध असतो. ही वितंचके स्वतः प्रोतीनघटितच असतात.**

शरीरघटनेस गात्रागात्रांना अवश्य असणारी अमोदीन अम्ले नेमकी ज्या त्या वेळी रक्तात उपलब्ध असणे संभवत नाही. काही असतील, काही नसतील, काही कमी असतील, काही अधिकही असतील. जी असतील त्यांचा उपयोग होणे सहजच आहे पण जी नसतील ती लवकर उपलब्ध होणे असेल तर त्यांचा संग्रह कोठे तरी शरीरात असला पाहिजे. असा थोडासा संग्रह यकृतात असतो. तथापि तो एकादा दिवस पुरेल एवढाच असतो. या संग्रहात तेवढ्या अवधीतच भर पडत जाणे अवश्य असते. रक्तात जी अधिक असतात त्यापासून जी कमी असतात त्यांची उत्पत्ती झाली तर अशी भर पडेल हे उघडच आहे. ही गोष्ट यकृतात घडते. **अधिक असलेल्या शार्कर किंवा ओषट रेणूपासून उपयोगी असून कमी पडलेल्या अमोदीनाम्लाची उत्पत्ती होते.** या क्रियेस अमोदीन–संक्रमण[1] म्हणतात. एका अमोदीन अम्लातील अमोदीन भाग का ून दुसऱ्या अमोदीनहीन रेणुभागात भरणे असे या क्रियेचे रूप असते. असे रेणुभाग ओषटातून उपलब्ध होणे किंवा शार्करातून उपलब्ध होणे संभवते. **अधिक असेल त्या अमोदीनाम्लापासून अमोदीन भाग काढून घेऊन शार्कर किंवा ओषट पदार्थ केव्हाही तयार करता येतो, तो अर्थात यकृतातच. अशा प्रसंगी अमोदीन भागापासून अमोदीय ऊजद उत्पन्न होते. पण हे द्रव्य शरीरास उपद्रव करणारे आहे. ते तसे ठेवले जात नाही. त्यापासून मूत्रीय उत्पन्न होते. अमोदीन अम्लापासून ऊर्वाच्या योगाने अमोद कौद्ब व उदक ही उत्पन्न होतात. त्यापासून शेवटी मूत्रीय तयार होते. या क्रियेस अमोदीननिरास[2] म्हणतात. ही क्रियाही यकृतात घडते.**

1 Transamination.

2 Deamination. $CO_2 + 2NH_3 \rightarrow CO\ (NH_2)_2 + H_2O$.

–गात्रागात्रातील प्रकलप्राकलांच्या अपचयाने त्यातील प्राम्लापासून[1] प्रामोद[2]–द्रव्ये उत्पन्न होतात. त्यात काही महत्त्वाची वितंचके असतात. सरते शेवटी त्यापासून मल उत्पन्न होतो तो मूत्रिकाम्ल[3] या स्वरूपाचा असतो. अन्नामधे प्राम्ल नसले तरी मलात मूत्रिकाम्ल येते ते अंगभूतप्राम्लापासून उत्पन्न होत असले पाहिजे. अन्नात प्राम्ल द्रव्ये असली म्हणजे मूत्रात मूत्रिकाम्ल त्या मानाने अधिक येते. प्राम्लापासून

मूत्रिकाम्ल होताना मध्यंतरी अनुक्रमे सोर्व–प्रामोद[4] आणि सौद्व–प्रामोद[5] उत्पन्न होतात. याकरता वितंचके लागतात ती यकृतात असतात. अन्नात प्राम्लद्रव्ये नसली तरी मलात मूत्रिकाम्ल येते आणि शरीरास काही अपाय होत नाही. दुधात प्राम्लद्रव्य नसते तरी शरीरवाढ चांगली होते हे दिसतेच. अशा प्रसंगी शरीरात प्राम्लाची उत्पत्तीही होत असली पाहिजे हे उघड आहे. ही उत्पत्ती निरनिराळ्या अमोदीनाम्लापासून होते असे आढळून येते. शर्करा व पस्फुरिकाम्ल यांची या कामी ज़ोड असावी लागते. या सर्व विक्रियात विविध वितंचकांचा उपयोग होत असतो.

1 Nucleic acid. 2 Purine. 3 Uric acid.
4 Hypoxanthine. 5 Xanthine.

क्रवितीन[1] हे द्रव्य मांसात असून त्याचा मांसकार्यात विशेष उपयोग आहे हे वर सांगितलेच आहे. हे द्रव्य मांसाहारी लोकांच्या अन्नात असते पण शाकाहारी लोकांच्या अन्नात नसते. तरी त्यांच्या शरीरातील मांसात त्याचा भरपूर पुरवठा असतो. ते इतर नत्रघटित द्रव्यापासून म्हणजे अर्थातच प्रोतीनापासून उत्पन्न होत असले पाहिजे, यांत शंका नाही. अन्नात क्रवितीन असले किंवा नसले तरी **मूत्रात क्रवितिनीन[2] असतेच.** त्याचे **परिमाणही नेमकेच** असते. आहारात क्रवितीन आले तर त्या मानाने त्याचे परिमाण मूत्रात वाढते, इतकेच. मल्ल लोकांच्या शरीरात किंवा गर्भिणींच्या शरीरात मांसवृद्धी होते तेव्हा त्या मानाने मूत्रातील क्रवितिनीन वाढते. क्रवितीन रेणूतून उदकरेणू निघून गेल्याने क्रवितिनीन राहते. अशीच त्याची शरीरात उत्पत्ती होत असावी असा तर्क आहे. आहारात क्रवितीनाचा अतिरेक झाला असता ते तसेच मूत्रात उतरलेले आढळते. मांसात क्रवितीन पस्फुरिकाम्लाशी संयुक्त असून ते संयुग मांससंकोचनाच्या कामी उपयोगी पडते. स्त्रीपुरुष वयात येण्यापूर्वी त्यांच्या मूत्रात क्रवितीन येत असते, ते कसे व का ते कळत नाही.

1 Creatine. 2 Creatinine.

धूपिक[1] अम्ल शरीरास अपायकारक असते. अन्नाच्या काही जिनसात ते असते. सामान्यतः पाला व फळे यात ते थोडथोडे असते किंवा थोड्याशा वेळाने शरीरात ते उत्पन्न व्हावे अशी द्रव्ये पाला व फळे यात असतात. दोन अमोदीन अम्लामधे हे अम्ल संयुक्त असल्याचे पूर्वी सांगितलेच आहे. **वृक्कामधे धूपिकाम्ल पोचल्यावर तेथे संरसामोदीनाम्ला[2]शी त्याचा संयोग होऊन विमूत्रिकाम्ल[3] उत्पन्न होते आणि ते मूत्रावाटे बाहेर पडते.** गाय किंवा घोडा यांच्या मूत्रात ते विपुल असते. या पशूंच्या मूत्रात दाट हराम्ल बरोबरीने घातल्यास सगळे

विमूत्रिकाम्ल रवाळरूपाने निघून आलेले दिसते. मूत्राची अम्लता कोणत्याही कारणाने वाढली असता **वृक्कात अमोदीनाम्लापासून अमोद उत्पन्न होऊन त्याने त्या अम्लाचा निरास होतो.** अम्लतेची मर्यादा योग्य तेवढी राखण्याची ही स्वभावसिद्ध योजना आहे. धूपिकाम्लाच्या निरसनाकरता लागणारे संरसामोदीनाम्ल बहुधा रक्तात असते. नसले तरी ते इतरापासून उत्पन्न होऊ शकते. अमोदीनाम्ल निर्माण करण्याचे काम **यकृतात** घडून येते. कदाचित ते थोडेसे वृक्कातही घडत असेल. अमोदीन अम्लच काय पण **थोडेसे साधेसुधे प्रोतीनद्रव्यसुद्धा यकृतात उत्पन्न होत असल्याचे प्रत्ययास येते.**

1 Benzoic acid C_6H_5COOH.
2 Glycine $H.CH(NH_2).COOH$.
3 Hippuric acid $C_6H_5.CO.NH CH_2 COOH$.

लोहीर हे रक्तातील आरक्तपेशिकामधील प्रोतीन द्रव्य ऊर्ववाहक म्हणून महत्त्वाचे आहे. त्यात लोहयुक्त अप्रोतीन भाग असतो तो हीम[१] होय. रक्त-कणिका मुख्यतः अस्थिमज्जा, यकृत व प्लीहा यात उत्पन्न होतात आणि तेथेच सुमारे १२० दिवसांनी त्यांचा संहारही होतो. **प्रौढ माणसात प्रतिदिनी सुमारे ८ ग्राम लोहीराची घडामोड होते. हीमभागाची घडण अशीतिकाम्ल आणि संरसामोदीनाम्ल यापासून होते.** अर्थात् त्यात लोहाची जोड पाहिजे. विघटनेने वेगळे झालेले लोह बहुधा लगेच कामी येते आणि थोडेसेच प्रोतीन-संयुक्त होऊन राहते. लोहीराच्या विघटनेने प्रथम हरितपित्त[२] उत्पन्न होते आणि उज्जसंयोगाने पिंगपित्त[३] तयार होते. ही पित्तद्रव्ये पित्तावाटे आतड्यात जातात. उंडामधे गेल्यावर उज्जसंयोगाने त्यापासून विष्टपित्त[४] तयार होते. प्रथम तेही उज्जसंयुक्त असते. सोज्ज विष्टपित्त[५] अंशतः पुनः उंडास्तरातून शोषले जाऊन यकृतात जाते. हे सोज्ज विष्टपित्त मूत्रात उतरते तेव्हा त्याला सोज्ज मूत्रपित्त[६] अशी संज्ञा मिळते. हेही प्रथम सोज्जच असते. नंतर हवेतील ऊर्वाच्या संपर्काने त्यातील उज्ज निघून जातो.

1 Haem $C_{34}H_{32}O_4N_4Fe_2$. 2 Biliverdin $C_{33}H_{34}O_6N_4$.
3 Bilirubin $C_{33}H_{36}O_6N_4$. 4 Stercobilin $C_{33}H_{46}O_6N_4$.
5 Stercolinogen $C_{33}H_{48}O_6N_4$.
6 Urobili nogen. $C_{33}H_{48}O_6N_4$.

शरीरातील प्रोतीन द्रव्यांचे होणारे सतत चयापचयन आणि शरीरातील त्यांचे अत्यल्प साठवण लक्षात घेता रोजच्या आहारात त्यांची मोजणीही

महत्त्वाची ठरते. प्रोतीनांचे साठवण केवळ यकृतातच होऊ शकते. ते देखील इतके थोडे असते की, ते एकाद्या दिवसाच्या चयनालादेखील पुरावयाचे नाही. **जितके प्रोतीन झीज होऊन निघून जाते तितके ते आहाराने प्रतिदिवशी भरून निघाले पाहिजे.** नत्र हा प्रोतीनाचा विशेष घटक आहे. नत्रिकलवणापासून वानसे[1] नत्र घेऊन प्रोतीन बनवितात तसे माणसाचे नाही. माणसाला प्रोतीन अन्नातूनच नत्र घेऊन पुनः आपल्या गरजेचे प्रोतीन बनवावयाचे असते. प्रोतीन द्रव्ये पुष्कळ प्रकारची आहेत तरी त्यातील नत्रांशपरिमाण विशेष वेगळे नसते. कोणतेही प्रोतीन असले तरी त्यातील नत्रांश १४ ते १९ टक्के या मर्यादेत असतो. साधारणतः तो ६ वा भाग समजावयास प्रत्यवाय नाही. प्रोतीनापासून अमोद सहज मिळवता येतो आणि तो मोजताही येतो. त्यातील नत्रप्रमाण ठरलेले आहे. त्यावरून प्रोतीन-परिभाषा समजू शकते. प्रोतीनापासून शरीरात उत्पन्न होणारे मल मुख्यतः मूत्रात असतात. ते थोडेसे विष्टेत व स्वेदातही असतात. पण तो अंश उपेक्षणीय असतो. आहारातील नत्रपरिमाण मोजले आणि मूत्रातले मोजले तर त्याचा मेळ बसतो असे आढळते. अर्थात् शरीरपिंड स्थिर आहे आणि आरोग्यही चांगले आहे असे गृहीत धरलेले आहे. एकाद्या प्रौढ निरोगी माणसाच्या आहारात जर प्रतिदिनी १०० ग्राम प्रोतीन असले तर त्याच्या मूत्रात १६ ग्राम नत्र आढळतो; आहारातही १६ ग्राम नत्र आढळतो. असे असले म्हणजे त्याच्या शरीरात **नत्रसाम्य**[2] प्रस्थापित झाले आहे असे म्हणतात. याच माणसाने आपल्या **आहारातील प्रोतीन कमी करून ते ७ ग्राम नत्रवाले केले तरीदेखील त्याचे नत्रसाम्य बिघडत नाही यापेक्षा कमी केल्याने मात्र ते बिघडण्याचा संभव असतो.**

1 Vegetable organisms. 2 Nitrogen equilibrium.

अन्नात प्रोतीन मुळीच घेतले नाही पण इतर अन्न घेतले तर नत्रोत्सर्ग चालूच राहतो. अर्थात् तो शरीरपिंड झिजल्याने उत्पन्न होतो हे उघड आहे. येथे **उणे नत्रवैषम्य** आढळते असे म्हणतात. अशारीतीने नत्रोत्सर्ग प्रतिदिनी १ ग्राम पर्यंत उतरू शकतो. अन्न मुळीच घेतले नाही केवळ पाणीच घेतले तर नत्रोत्सर्ग अगोदर अधिक असला तरी पहिल्या दिवशी सातापर्यंत उतरतो. मग ४, ५ दिवसात १५ पर्यंत चढतो. नंतर तो थोडा बहुत उतरत उतरत सुमारे महिन्यात ७ पर्यंत येतो. त्यानंतर तो कमी अधिक होत होत मरणापूर्वी बराच वाढतो. हा काळ काहीच्या बाबतीत दोन तर काहींच्या बाबतीत तीन महिन्याचा आढळून आला आहे.

एकाद्या वेळी मनुष्य आजारी झाल्याने अन्न घेणार नाही किंवा पचवू शकणार नाही तेव्हा त्याच्या बाबतीत उणे नत्रवैषम्य उत्पन्न होते. आजारातून उठल्यानंतर

मात्र **धन नत्रवैषम्य** काही दिवस चालते. शरीरपिंड स्थिरावल्यानंतर नत्रसाम्य स्थापित होते. लहान मुलाच्या शरीराची वाढ होत असते तोवर त्याच्या अंगी नत्रवैषम्यच असते, ते धनस्वरूपाचे असते. जितके नत्रद्रव्य त्याच्या शरीरात जाते तितके सर्व झिजून जात नाही, काही शिल्लक राहते. येथे असे समजावयाचे नाही की काही प्रोतीन द्रव्य त्याच्या शरीरात अचल राहते. **पिंड स्थिर झाला म्हणजे पिंडपरिमाण कायम झाले तरी त्यातील प्रोतीनरेणूंची घडामोड चालूच असते.** त्यात नवीन नत्राणू येत असतात आणि जुने निघून जात असतात. हल्ली नामांकित[1] अणू करून वापरता येतात ते वापरून या गोष्टी समजून येऊ शकतात. प्रोतीनाच्या आहारासंबंधी हे विचार करीत असताना हे गृहीत धरले पाहिजे की, त्या आहारात अवश्य म्हणून ठरलेल्या अमोदीनाम्लांचे यथायोग्य अंश आहेत.

1 Labelled.

अन्नातील पदार्थ मांसाहाराचे आहेत का शाकाहाराचे यावर त्याचे पर्यवसान कशात होणार हे अवलंबून असते. मांसाहारातील जिनसापासून मलात मूत्रिक अम्ल ऋवितिनीन व अमोद यांचा भरणा विशेष होतो. शाकाहारात असल्या मल होणाऱ्या जिनसा फार थोड्या असतात. शाकाहारातील जिनसापासून कार्बनी अम्ले उत्पन्न होतात. त्यांचे कार्बनिक अम्ल होऊन श्वासावाटे निघून जाते आणि रक्त अल्कधर्मी होण्याकडे कल राहतो. मांसाहारात उलट तो अम्लधर्मी राहतो. म्हणून त्याचा नकारण करण्याकरता वृक्कात अमोद उत्पन्न होण्याची गरज असते. या अमोदाने अम्लांचा नकारण होऊन रक्ताची अल्कधर्मिता टिकू शकते. **प्रोतीनचयापचयावर घंटिकस्यंदाचा बराच परिणाम होतो** तो निराळ्या प्रकरणात सांगितला आहे.

शरीरातील खनिज द्रव्ये

प्रौढ माणसाच्या शरीरात पाणी वगळले असता ३५ ते ४२ टक्के स्थायुद्रव्ये असतात. त्यात मूलद्रव्ये असतात ती अशी :–

C ४८.४३; O २३.७०; N १२.८५; H ६.६; Ca ३.४५; S १.६०; P १.५८; Na ०.६५; K ०.५५; Cl ०.४५; Mg ०.१० आणि Fe; Cu; Mn; Zn; Co; S; Br; I; Fl; Cr; सर्व मिळून ०.०४.

आपल्या आहारात P_2O_5 चा भरणा २.५ ग्राम असतो. Na व K सह तो रक्तात जातो. तेथून Ca सह तो अस्थिप्रविष्ट होतो, आणि शर्करा व ओषट यासह तो इतर गात्रातही उपयोगी पडतो. प्रोतसंयुक्त होऊन तो सर्व गात्रपेशिकात राहतो. तेथून अपचयाने झालेली स्फुरिक लवणे मूत्रावाटे बाहेर जातात.

आपल्या आहारात संयुक्त SO_2 चा भरणा २ ग्राम पर्यन्त होतो. काही प्रोतीनात SO_2 असते. त्यापासून SO_3 होऊन वृषपित्तिक तयार होते. उण्डात विष्टेपासून पुष्कळ अपकारक द्रव्ये उत्पन्न होतात. त्यातील पुष्कळांशी SO_3 चा संयोग होऊन अनपकारक गंधिक लवणे उत्पन्न होतात. काही गंधिक लवणे मूत्रद्वाराने बाहेर पडतात. त्वचेची सोलपटे व केश यातूनही गंधकांश बाहेर पडतात.

Ca ची लवणे रक्ताच्या पिलसात असतात. अन्नातील Ca लवणे पित्तसंयुक्त होऊन शरीरात घेतली जातात. त्यांचा उपयोग अस्थींच्या घडामोडीस नित्य होत असतो. खटलवणांचा उत्सर्ग विष्टा व मूत्र या दोहीतून होतो.

Mg चा भरणा Ca पेक्षा रक्तात बराच कमी असतो. पेशिकामध्ये मात्र त्याचा थोडासा अंश असतो. त्याचा शरीरात प्रवेश व उत्सर्ग Ca च्या धरतीवरच असतो.

Na व K यांची लवणे शरीरात असतात. काही लवणांश प्रोतीनाशी संयुक्त असतो आणि काही पाण्यात विरघळलेला असतो. या दोहींचा उपयोग असला तरी K पेक्षा Na चा अधिक असतो. तर्षणमूलक हालचाली NaCl वरतीच विशेष अवलंबून असतात. पेशिकांच्या अंगी जी पटले असतात त्यांच्यातून KCl जाऊ शकते. या बाबतीत चेतनीद्वारा मिळणाऱ्या चेतनांचा परिणाम काही बदल करू शकतो. त्यावरच त्यात उत्पन्न होणारे वीजवर्चस् अवलंबून असते. माणसाला रोजी सामुद्रलवण ४, ६ ग्राम व पालाश २, ३ ग्राम लागते. त्यापैकी पालाशाचा भरणा अन्नात पुरेसा असतो. सामुद्रलवण निराळे घ्यावे लागते. मूत्र व घर्म यातून ही लवणे बाहेर पडतात.

अन्नाची महती सांगण्याकरता **अन्नमय प्राण** म्हणतात पण त्यापेक्षा **जलमय प्राण** म्हणणे अधिक योग्य होईल. अर्थात् दोनही अतिशयोक्तीच आहेत. शरीराचा दोन तृतीयांश पाण्याचा असतो. अन्नाशिवाय माणूस महिना दोन महिने जगेल पण पाण्याशिवाय आठ दिवस जगणेही कठीण जाईल. प्रौढापेक्षा अप्रौढात पाण्याचे प्रमाण अधिकच असते. सर्व पेशिकात जलविद्रवे असतात आणि पेशिकाबाह्य द्रव्यातही घटक पाण्याखेरीज कोंडलेले पाण्याचे बारीक थेंब असतात ते अतिशय प्रयासाशिवाय बाहेर काढता येत नाहीत. पाण्यात अनेक द्रव्ये विरघळतात, शिवाय अविद्रुत द्रव्ये देखील पाण्याबरोबर वाहून नेली जातात. असा अनेक रीतीनी पाण्याचा उपयोग शरीरात होत असतो. पुष्कळशा चयापचनक्रिया पाण्याच्या मध्यस्थीनेच घडत असतात. शरीरात पाणी सर्वव्यापी असल्यामुळेच शरीरातील घडामोडीत

त्याची उत्पत्ती होत असली तरी तिची मोजदाद कोणी करीत नाही. माणसाला प्रतिदिवशी दोन तीन लिटर पाणी पोटात घ्यावे लागते. एकादा लिटरभर मूत्रात आणि इतर विष्टा स्वेद व उच्छ्वास यात निघून जाते. हवेच्या तपमानाप्रमाणे या बाबतीत बरेच फरक पडतात. काही आजारात पाणी फार निघून जाऊन रक्तात त्याचा तुटवडा पडतो तेव्हा इतर गात्रातील पाणी रक्तात येते, आणि हा तुटवडा बहुतांशी भरून निघतो.

पाणी मूत्र पुरीष स्वेद या त्रयीत बाहेर पडते ते लवणासहित असते. **लवणामुळेच पाण्यावर ओढ उत्पन्न होते,** आणि लवणरूप मलाबरोबर पुष्कळसे पाणीही निघून जाते. उच्छ्वासाने जो वायुमल बाहेर पडतो त्याचीही गोष्ट अशीच आहे की तो पाण्यात विरघळून बाहेर पडण्याच्या वाटेपर्यंत येतो. त्याच्याच बरोबर पाण्याचे बाष्पक होऊन त्याबरोबर जाते. स्वेदामधून पुष्कळसे बाष्पक उडून जाते त्याचा उपयोग उष्मोत्सर्गाकरता होतो. स्वेदामधे पाण्याबरोबर बरीचशी लवणे असतात. पाणी आणि सामुद्रहरदादी लवणे यांचा भरणा त्वचेत पुष्कळ असतो. आहारात **त्याचा भरणा वाढविल्यास तो पुष्कळ अंशी त्वचेत येऊन राहतो.**

प्रकरण ५७

सर्गोत्सर्ग

उत्सर्जन. शरीरात जे चयनव्यापार चालतात त्यात उत्पन्न होणारी काही द्रव्ये शरीराबाहेर टाकावयाची असतात; तशी ती टाकणे म्हणजे उत्सर्जन होय. कौद्र हे एक उत्सर्गद्रव्य आहे. त्याचे उत्सर्जन पल्मनाच्या द्वारा होते. याखेरीज प्रोतीनाच्या अपचयाने उत्पन्न होणारी द्रव्ये, तक्रिकाम्लासारखी शार्करद्रव्यापासून बनलेली कार्बनी द्रव्ये, लवणद्रव्ये आणि अन्नाबरोबर येणारी काही निरुपयोगी द्रव्ये, या सर्वांचा समावेश उत्सर्गद्रव्यात होतो. या सर्वांचे वाहन पाणी हे असून त्यांचा निकाल मूत्र व स्वेद या मलातून होतो. उष्णताविसर्जन हा स्वेदाचा उपयोग असतो. सहजगत्या मूत्रावाटेही उष्णता जाते. परंतु मूत्राचे प्रधान कार्य मलोत्सर्ग हेच असते. अन्न घेण्याचे थांबवले तर मृत्यू येण्यास पंधरा वीस दिवस तरी लागतात, पण मूत्रोत्सर्ग थांबल्याने दहापाच दिवसांच्या आतच मृत्यू येतो. मूत्र वृक्कपिंडात उत्पन्न होते. वृक्काचा आकार ज्याच्या त्याच्या मुठीपेक्षा अमळ कमीच असतो. तरी तेवढ्यात दहा लाख प्रत्यंगे असतात. त्यांना वृक्कांगके म्हणतात. प्रत्येक वृक्कांगकात एक गुच्छक, एक वेचनिका आणि एक संकलनी असते (भाग १ पृ. ३३७). सर्व वेचनिकांची मिळून लांबी ७० ते १०० किलोमीटर असते. त्यांच्या आतील पष्ठ पाहता ते एकंदर शरीराच्या पृष्ठाच्या तीन चार पट किंवा काहीसे अधिकही भरते.

वृक्कांगकात प्रवोद्‌भव परिवाहिन्यांचे दोन संच असतात. एक गुच्छकात असतो आणि दुसरा वेचनिकेच्या भोवती असतो. गुच्छकात रक्ताची आयात करणारी उपप्रवा इतरत्र आढळणाऱ्या उपप्रवांपेक्षा रुंद व आखूड असते त्यामुळे रक्तदमन इतरत्र असते त्यापेक्षा गुच्छकातील परिवाहिन्यात अधिक असते. ते ७० ते ९० mm. Hg. इतके असते. गुच्छकातून रक्ताची निर्यात करणाऱ्या वाहिनी-पासून पुनः परिवाहिन्या निघतात त्यांचा वेढा वेचनिकाभोवती असतो. या परि-वाहिन्यात रक्तदमन २० ते ४० mm. Hg इतके असते. गुच्छकातील परि-वाहिन्यातून जे द्रव बाहेर पडते तेच वेचनिकेत वाहते. **गुच्छकाभोवताली जे द्रव झिरपते त्यात रक्तातील पेशिका नसतात आणि कलिलरूप प्रोतीन द्रव्ये नस-तात. बाकी सर्व रक्तपिलस जसेच्या तसेच असते. या द्रवास प्राथमिक-मूत्र**

म्हणतात. कलिलद्रव्ये मूत्रात जात नाहीत पण त्यातील पाण्यावर ओढ उत्पन्न करतात. हे त्यांचे तर्षणमान होय. ते ३० mm. असते. हे रक्तदमनाच्या विरुद्ध कार्य करणारे असते. **म्हणून रक्तदमन ३० पेक्षा वरचढ आहे तोवरच रक्तातून प्राथमिक मूत्राची उत्पत्ती होते**. रक्तदमनाला विरोध करणारा दाब स्वतः वृक्कपिंडातही उत्पन्न होतो तो त्याचे वेष्टण ताठर असल्यामुळे. त्याचे मान ७ mm. पर्यंत असू शकते.. एकंदरीत प्राथमिक मूत्राची उत्पत्ती होण्याला रक्तदमन ३७ mm पेक्षा अधिक पाहिजे.

प्रत्यक्ष अनुभवाने असे दिसून येते की **रक्तदमन ५०mm Hg च्या खाली गेले की मूत्रोत्पत्ती थांबते**. अशा प्रसंगी संजीवन विद्रव रक्तात भरले असता दमन वाढते आणि मूत्रोत्पत्ती पुनः सुरू होते. या उपायाने रक्तातील प्रोतीन द्रव्यांची संहती कमी होते. त्यामुळे बाहेरच्या पाण्यावरील ओढ कमी होते. रक्तातील आरक्तपेशिका परिवातटातून बाहेर जात नाहीत, त्या आडवल्या जातात, आणि त्याबरोबर प्रोतीन द्रव्येही आडविली जातात, आणि इतर लहान रेणूवाली द्रव्ये मात्र बाहेर सोडली जातात. म्हणून या क्रियेस गाळणी असे म्हणतात. **गुच्छकातून रक्त गाळले जाते, त्यातील प्रोतीनवर्ज पिलस तेवढे बाहेर पडते.** प्रोतीनद्रव्यांचा तर्षदाब आणि वृक्काचा अंतर्गत दाब यांच्या विरुद्ध परिवाहिन्यातील रक्तदाब असे द्वंद्व असते. रक्तदाब पहिल्या दोहोंच्या बेरजेपेक्षा अधिक असतो. त्या अधिक दाबास गाळणीदाब[1] म्हणतात, कारण त्यामुळे गाळण्याची क्रिया घडते. गुच्छकाच्या बाहेर त्याच्या वेष्टणाच्या आत द्रव राहते तेच प्राथमिक मूत्र. त्यास गलित[2] असे म्हणतात. या वेष्टणापासूनच पुढे वेचनीनळी सुरू होते. तिच्या भोवती परिवाहिन्यांचा वेढा असतो. या परिवाहिन्या गुच्छकाच्या निर्यातवाहिनीपासून निघालेल्या असतात. गुच्छकगलितामधून पाणी आणि काही विद्रुते ही परिवाहिन्यात शोषली जातात. काही द्रव्यांची वेचनीत भरही पडते. अशा संस्कारासच वेचन[3] म्हणतात. वेचनानंतर वेचनिकेतून **संकलनीत जाते ते द्रव अखेरचे मूत्र होय**. ते मूत्रायण्यांमधून मूत्राशयात जाते.

1 Filtration pressure. 2 Filtrate. 3 Dialysis.

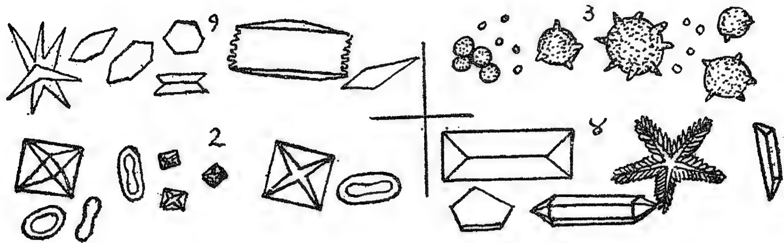
वृक्कातील गुच्छकादि रचना पाहण्यासाठी भिंगाच्या साहाय्याची गरज असते. आधुनिक साहित्यांनी ही रचना पाहणे शक्य झाले आहे इतकेच नव्हे तर गुच्छकाभोवतालच्या वेष्टणातील प्राथमिक मूत्राचा सूक्ष्म थेंब काढून घेऊन त्याची रासायनिक रीत्या छाननी करणे हेही शक्य झाले आहे. त्याचप्रमाणे वेचनिकेच्या निरनिराळ्या भागातील द्रव काढून घेऊन त्याचीही अशी छाननी करता येते.

सर्व वृक्कांगकात मिळून एकाच वेळी किती प्राथमिक मूत्र असते हे मात्र मोजता येत नाही. प्राथमिक मूत्र, अखेर मूत्र आणि रक्तपिलस यांच्या रासायनिक छाननीवरून असे दिसून येते की, गुच्छकातील गाळणीक्रियेने रक्तातील कणिका आणि प्रोतीन द्रव्ये मात्र आडविली जातात. बाकी सर्व पिलस प्राथमिक मूत्रात असते. **अखेरचे मूत्र जमा करून** तपासणे सोपेच आहे. त्याची **छाननी करून पाहता त्याच्यात आणि प्राथमिक मूत्रात पुष्कळच फरक आढळन येतात.** वेचनीनळीत हे फरक घडून येतात हे सिद्ध आहे.

	पिलस	**प्राथमिक मूत्र**	**अखेर मूत्र**
पाणी	९०–९२	–९९	९८–९९
प्रोतीन ओषट व मांसीर	७– ९	०	०
द्राक्षजा	०·१	०·१	०
$Na^{\cdot}$	०·३	०·३	०·४
Cl'	०·३७	०·३७	०·७
$K^{\cdot}$	०·०२	०·०२	०·१५
SO_4''	०·००२	०·००२	०·१८
$Mg^{\cdot\cdot}$	०·००२५	०·००२५	०·००६
मूत्रीय	०·०३	०·०३	२·०
मूत्रिकाम्ल	०·००४	०·००४	०·०५
क्रवितिनीन	०·००१	०·००१	०·०७५ इ.

–पिलसातील घटकप्रमाणात फरक फार थोडा असतो. प्राथमिक मूत्राचेही तसेच, पण अखेर-मूत्राचे मात्र तसे नाही. त्यातील घटकप्रमाणात फरक बरेच होतात. ते शरीरात आयात झालेले अन्न पाणी परिश्रम आणि वातावरणाचा ओलावा व तापलेपणा यावर अवलंबून असतात. रक्तपिलस हा अंतःस्थितीचा भाग आहे. ही **अंतःस्थिती बिनबदल रहावी या धोरणानेच शरीरव्यापार चालू असतात.** बदलत्या परिस्थितीतही अंतःस्थिती बिनबदल ठेवावी लागते. तेवढ्याकरता उत्सर्गाच्या व्यवस्थेत परिस्थितीला अनुसरून बदल करावे लागतात. पाण्याची आयात वाढल्यास निर्यातही वाढते पण ती स्वेद व मूत्र या दोहोत विभागली जाते. वातावरणातील बाष्पकांशानुसार स्वेद कमजास्ती होतो तेव्हा मूत्रही कमजास्त होते. शरीरात नको असतील ती किंवा हवी असतील ती द्रव्ये अधिक–परिमाण असली तर ती मूत्रात येतात. काही नको असलेली द्रव्ये पचनाने उत्पन्न होतात ती टाकावी लागतात.

मूत्रपरिमाण २४ तासात ६०० CC. पासून २५०० CC. पर्यंत असू शकते. निकोप प्रकृती असताना ते स्वच्छ असते. थोडासा मानसिक ताण पडल्याने त्यात पस्फुरिक रवे उत्पन्न होतात. खरोखरी मूत्र स्वच्छ असूनसुद्धा ते बराच वेळ मूत्राशयात पडून राहिल्यानेही रवे उत्पन्न होतात. ही **कामगिरी मूत्रजंतूंची** असते. पचनात थोडासा बिघाड झाल्याने ओषणिक रवे उत्पन्न होतात. मूत्राची घनता १·००३ ते १०३० पर्यंत असते. मूत्राचा pH ४·७ ते ८ पर्यंत असू शकतो.

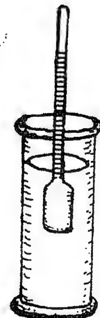


आ० ५७·१ मूत्रातील रवक.

१ मूत्रिकाम्ल. २ खट ओषणिक. ३ मूत्रिक लवण. ४ पस्फुरिक लवण.

अन्नप्रोतीन पुष्कळ असले तर हा अंक ६ पेक्षा कमी असतो. असे मूत्र बाहेर पडल्यावर थोड्या वेळाने मूत्रिकाम्लाचे रवे खाली बसतात. pH चा चढ होतो तेव्हा पस्फुरिक रवे तयार होतात. मूत्राला पिवळस रंग असतो तो बहुशः मूत्रपित्ताचा असतो. (चयनप्रकरण पहा). मूत्रात त्याची संहती फार कमी असते. क्रवितिनीनही रंगीत असते.

प्राथमिक मूत्र आणि अखेर मूत्र यांची तुलना करता आढळते की **प्राथमिक मूत्रात द्राक्षजा साखर असते ती अखेरच्या मूत्रात मुळीच नसते.** यावरून ती रक्तात परत शोषली जाते यात शंका रहात नाही. इतर घटकाकडे पहाता दिसून येते की, पाण्याखेरीज इतर घटकांच्या संहतीत काही पटीचा फरक पडत असतो. सामुद्र रेणुदल $Na^{\cdot}$ यात वाढ अगदी थोडी आहे पण Cl', $K^{\cdot}$, $Mg^{\cdot\cdot}$ यांची दुप्पट झाली असून SO''_4 ची तर ९० पट झाली आहे. येथील कोष्टकात HPO_4'' दिले नाही. तथापि कित्येक वेळा ते असते तेव्हा त्याची १६ पट झालेली आढळते. येथे मूत्री-याची ६६ पट झाली असून क्रवितिनीनाची तर ७५ पट



आ० ५७·२
तरण काटा.

झालेली आहे. मूत्रिकाम्लाची येथे १२ पट झालेली आहे. या परीक्षणावरून हे उघड आहे की **वेचनीनळीत वेगवेगळी द्रव्ये वेगवेगळ्या मानाने शोषली जातात, किंवा वेचली जातात.** वेचन Dialysis.

पिलसातील द्रव्यांच्या मानाने मूत्रातील त्याच द्रव्यांची संहती कित्येक पट वाढलेली असते. त्यावरून असे दिसून येते की, **अखेर-मूत्रापेक्षा प्राथमिकमूत्र किती तरी पट असावे. ते नेमके किती ते समजून येण्याकरता एक युक्ती** योजतात ती अशीः कंदीर म्हणून एक शार्कर द्रव्य आहे त्याचा रैणव भार ५२०० आहे. ते प्रतिवेदाटे रक्तात भरावयाचे. आरंभीं आणि ३० मिनिटानंतर पिलसातील कंदीराची संहती मोजावयाची. याच काळात मूत्रोत्पत्तीही मोजावयाची. अशा प्रसंगी रक्तात भरण्याकरता १०० cc. त २० mg. अशा संहतीचे कंदीरविद्रव वापरतात. अशा प्रयोगामध्ये अखेर-मूत्रात कंदीरसंहती पिलसातल्यापेक्षा १०० पट झालेली आढळते. समजा येथे अखेर मूत्र दर मिनिटास १·२ cc. आहे. याच्या शंभर पट पिलस निर्मळ आहे आणि तेच गुच्छकातून झिरपते. तेव्हा ते मिनिटात १२० cc. असते असे आपोआपच सिद्ध होते. यावरून १२० हा कंदीराचा निर्यातगुणक[1] आहे असे सांगतात. **गुच्छकातून मूत्र गाळले जाण्याची त्वरा मिनिटास** १२० cc. असते, असेही यावरूनच सांगता येते.

1 Coefficient of clearance.

गुच्छकातून गाळलेले मूत्र तेच प्राथमिक मूत्र होय. ते नेहमी मिनिटी शंभरापेक्षा अधिक असते. ते काही असले तरी प्राथमिक मूत्रातील कंदीर संहती बदलत नाही. अखेर-मूत्राचा राशी अधिक झाला तर संहती कमी होते आणि राशी कमी झाला तर संहती वाढते. अर्थातच प्राथमिक मूत्राचा मिनिट-राशीही बदलत नाही. प्राथमिक मूत्रापेक्षा अखेर-मूत्र पुष्कळ संहत (दाट) असते. समजा ते १०० पट संहत आहे. अशा वेळी प्राथमिक मूत्रात जरी शंभर cc ची वाढ झाली तरी अखेर-मूत्रात एकाच cc ची वाढ होते. १ cc. अखेर-मत्रात उतरणे म्हणजे ९९ cc वेचनिकेतून रक्तात शोषले जाणे आहे. याच्या ऐवजी जर ९० शोषले गेले तर अखेर मूत्रात 1 ऐवजी १० cc ची भर पडेल. यावरून **मूत्रोत्पत्ती गुच्छकातून होणाऱ्या गाळणीपेक्षा वेचनिकेतून रक्तात होणाऱ्या पाझरणीवर अधिक अवलंबून आहे**, असे समजते.

प्राथमिक मूत्रापेक्षा अखेर-मूत्र बरेच निराळे असतें; हे वरील कोष्टकावरून दिसतच आहे. एकाच वेळी उत्पन्न होणाऱ्या प्राथमिक मूत्रापेक्षा अखेर-मूत्र पुष्कळच कमी असते हेही उघडच आहे. प्राथमिक मूत्रात शरीरास उपयोगी पडणारी द्रव्ये

अनेक असतात, तशीच त्यात शरीरास उपयोगी नसणारी द्रव्येही अनेक असतात. प्राथमिक मूत्र गुच्छकवेष्टणातून वेचनिकेत आल्यावर निरुपयोगी द्रव्ये तशीच आत राहू देऊन उपयोगी द्रव्ये बाहेर रक्तात पाझरू देणे हेच काम वेचनीनळीत घडते, हे उघड आहे. एरवी अखेर-मूत्रात निरुपयोगींचा संग्रह आणि उपयोगींचा त्याग कसा झाला असता? पाणी हे द्रव्य शरीरास उपयोगी आहे तसे ते उत्सर्ग-क्रियेसही उपयोगी आहे. ते काहीसे मूत्रात राहते पण बरेचसे पाझरून रक्तात जाते. गुच्छकातून झिरपून बाहेर पडणाऱ्या द्रव्यात प्रोतीन व ओषट सहसा नसते पण कधी कधी थोडीशी अमोदीन अम्ले असतात. (ती कोष्टकात दाखविली नाहीत.) ती वेचनीनळीतून रक्तात शोषली जातात म्हणा किंवा ती रक्तात पाझरून जातात म्हणा. ही **वेचनीक्रिया नळीच्या आरंभीच होते**. याच ठिकाणी द्राक्षजा शर्करेची वेचणी होते. रक्ताच्या १०० cc. गणिक द्राक्षजा १८० mg. च्या पेक्षा अधिक नसली म्हणजे ती सर्व रक्तात पाझरून जाते, वेचनिकेत रहात नाही. प्राथमिक मूत्रात जी लवणद्रव्ये आलेली असतात त्यातली काही, काही अंशी, याच वेचनीभागातून रक्तात पाझरतात. त्या सर्वांचे वाहन (विद्रावक) जे पाणी तेही काही अंशी पाझरतेच. वस्तुतः शर्करा व लवणे यांचे विद्रवच पाझरते असे म्हटले पाहिजे.

वेचनिकेतून पाणी रक्तात जाते ते रक्ताकडून शोषले जाते म्हणा किंवा वेचनिकेतून पाझरते म्हणा ते मूत्रावेगळे होते, एवढे खरे. ते किती असे विचारले तर त्या प्रश्नाचे उत्तर असे द्यावे लागते की, रक्तपिलसाच्या घटनेची चर्चा केली आहे तेथे ती कोणत्या मर्यादात राहते ते सांगितले आहे, त्या मर्यादा संभाळल्या जाव्या अशा धोरणाने पाण्याची वाटणी होते. पाणी मूत्रातून रक्तात जाते ते रक्ताची घटना योग्य मर्यादात राखण्याच्या धोरणाने जाते. विशेषतः **रक्ताचे तर्षदमन कायम रहावे** असे हे धोरण असते. हे **दमन मुख्यतः लवणे व शर्करा यावर अवलंबून असते.** गुच्छकगलित पिलसाशी समतर्ष असते पण नंतर वेचनिकेच्या आरंभी जरी ते तसेच असले तरी तिच्या उत्तरभागात ते अतितर्ष होते. काही लवणे आणि बरेचसे पाणी त्यातून बाहेर पडते. नंतर वेचनिकेच्या मध्यभागी (झोळीमधे) आल्यावर पाणीच तेवढे बाहेर पडते. त्यामुळे ते अधिकच अतितर्ष होते. नंतर वेचनिकेच्या दवीय फाट्यात आल्यावर त्यातून पाणी पार पडू शकते. पण मुख्यतः लवणे आणि त्यातल्या त्यात सामुद्रहरद NaCl बाहेर पडते. वेचनिकेतील द्रव हीनतर्ष होते. मूत्र संकलनीत उतरताना ते समतर्ष बनते किंवा अखेरमूत्र हीनतर्ष व्हावयाचे असल्यास हीनतर्ष होते. संकलनीत उतरल्यावर ते कसे असावयाचे ही गोष्ट, एकंदर शरीरात पाण्याची किती गरज आहे या साध्या गोष्टीवर अवलंबून आहे.

वेचनीनळीतून रक्तात पाझरणारी द्रव्ये सांगितली. आता त्याच्या उलट रक्तातून वेचनिकेत येणाऱ्या द्रव्यांचा विचार करावयाचा आहे. **ही द्रव्ये मूत्रात सामील होऊन बाहेर पडतात म्हणून उत्सर्ग होत, परंतु त्यांना स्राव म्हणतात.** ही द्रव्ये फटीतून येतात असे नव्हे म्हणून ती गलित नव्हत. ती **वेचनिकेच्या पेशिकेतूनच मूत्रात येतात म्हणून स्रुत** असे म्हणतात. मत्रिकाम्ल कविततिनीन व पालाशलवणे ही ती द्रव्ये होत. याखेरीज एरवी आहारात नसणारी आणि शरीरातही नसणारी अशी काही द्रव्ये आहेत की ती आहारात आणली असता रक्तात जाऊन वेचनी-नळीत तिच्या पेशिकांच्या द्वारा मूत्रात जातात. अशा एका द्रव्याचे नाव फेनॉलरेड असे आहे. पेनिसिलीन हे याच गुणाचे दुसरे द्रव्य आहे. स्रुतामधे पालाशलवणांचा समावेश केलेला आहे. त्यासंबंधी सांगण्यासारखी गोष्ट अशी आहे की, ही लवणे गुच्छकातून गळून आलेली असतात तेवढी सगळी वेचनिकेच्या नेदीय भागातून रक्तात शोषली जातात. नंतर वेचनिकेच्या दवीय भागात त्यांचा स्राव होतो. तेथून मात्र ती मूत्रात कायमची सामील होतात. वृक्कांच्या वेगवेगळ्या भागातून द्रवांश काढून घेऊन त्यांची रासायनिक छाननी करता येते. त्यामुळे या गोष्टी कळून आलेल्या आहेत. पारायणी किरणांनी तपासणी करता येण्यासाठी काही द्रव्ये रक्तात भरावी लागतात तीसुद्धा अशीच वेचनिकेत स्रवणारी आहेत.

रक्ताच्या अल्काम्लत्वाविषयी विवेचन रक्तप्रकरणी केले आहे. **अल्काम्ल-त्वांचा तोल संभाळण्याकरता** पलमनांचा काय उपयोग होतो ते श्वसनप्रकरणी सांगितले आहे. प्रस्तुत प्रकरणी याच कामी **वेचनीनळ्यांचा** काय **उपयोग** होतो ते पाहणे आहे. या नळ्यांच्या नेदीय भागातील पेशिकात भोवतालच्या रक्तातून कार्बनिक अम्ल येते तेथेच उज्जकार्बनिक व सामुद्र रेणुदल मिळून परत रक्तात जातात. मध्यंतरी वेचनिकांच्या पेशिकांत कार्ब—अनूदतंचा'च्या योगाने कौद्र व उदक यांच्यातील विक्रियावेग सपाटून वाढतो. याच वेळी वेचनिकात असलेल्या द्रवातील $Na^{\cdot}$ व पेशिकातील $H^{\cdot}$ यांची अदलाबदल होते. वेचनिकांच्या दवीय भागात देखील रक्तातून पेशिकात कौद्र व पाणी जातात. तेथे आतल्या $Na^{\cdot}$ व पेशिकां-तील $H^{\cdot}$ यांची अदलाबदल होते आणि $NaHCO_3$ मिळून रक्तात जातात. प्रस्तुत $(2)Na^{\cdot}, HPO''_4$ ने तोललेला असतो. तो फुटून अंशत: HCO'_3 च्या सांगडीत येऊन रक्तात जातो आणि अंशत: $H_2PO'_4$ च्या सांगडीत राहून अखेर मूत्रात जातो. दुसरी घडामोड वेचनिकेच्या पेशिकात घडते ती अमोदीन अम्लांची. अनुपयुक्त अमोदीन अम्लातून अमोद NH_3 वेगळा काढला जाऊन $H^{\cdot}$ शी त्याची जोड केली जाते $NH^{\cdot}_4$ दल तयार होते. त्यामुळे अम्लनिरास होतो.

अमोदीय पस्फुरिक लवण मूत्रात राहते. पालाश दल K˙ याचेही वर्तन Na˙ सारखेच असते. या विक्रियामुळे रक्ताचा pH 7·4 पासून 6 पर्यंत उतरतो.

1 Carbonic anhydrase.

वृक्कात कोणताच **मूत्रघटक उत्पन्न** होत नाही असे नाही. सामान्यतः फक्त एक द्रव्य वृक्कात उत्पन्न होत असते ते क्रियितिनीन होय. ते पिलसात असते त्याहून अधिक मूत्रात असते. रक्तात अम्ल वाढले असता अमोदीन अम्लापासून अमोद तयार होऊन त्यापासून अम्लयोगाने अमोदीय लवणे तयार होतात ती मूत्रात उतरतात. प्रसंगविशेषी बिमूत्रिकाम्लही वृक्कात उत्पन्न होते (प्र० ५७ पहा)

शरीरात पाणी हे इतर सर्व द्रव्यांना वाहन म्हणून म्हणा किंवा **आधार** म्हणून म्हणा अवश्य असते. वरचेवर त्याची आयात अन्नाबरोबर व स्वतंत्रपणेही होत असते. तहान भागविली म्हणजे ती कमी पडत नाही पण मुद्दाम कमी केली असता मूत्रद्वारा निर्यातही कमी होते. ही निर्यात सामान्यतः १००० CC असते ती ४००, ५०० CC पेक्षा कमी पडली असता अपायकारक ठरते. तोपर्यंत मूत्राची घनता १०२० ते १०३० पर्यंत वाढत जाते. पाणी कमी पडल्याने नत्रधारी मलद्रव्ये बाहेर टाकण्यास पुरेसे पाणी मिळत नाही. दिवसाकाठी २० ते ३० ग्राम मूत्रीय लवण बाहेर पडावे लागते. एवढ्याला ५०० CC पाणी अवश्य असते. एकादा दिवस कोरडा आहार घेतला तर अपाय होत नाही, मूत्रघनता वाढत जाते, त्यावरून वृक्कांच्या कार्यक्षमतेची परीक्षा होते. पाणी घेतल्यापासून तीन मिनिटांच्या आत ते मूत्रावाटें बाहेर येते, घनता उतरते, हे त्याचे प्रत्यंतर आहे.

मूत्राच्या जोडीला दुसरा एक उत्सर्ग चालू असतो तो घामाचा. कळत व न कळत दोही रीतींनी तो त्वचेवाटे शरीराबाहेर पडत असतो. दिवसाकाठी त्याचे परिमाण सामान्यतः लिटरभर असते. श्रम करीत असता ते ५, ६ लिटर किंवा अधिकही होऊ शकते. मूत्रात असतात तेच मल त्यातही असतात. पाणी अतिशय असते. स्विदाप्रपिंडातून स्रवणारी स्विदा आणि त्वचेची सोलपटे त्यात मिसळलेली असतात ती गाळून वेगळी केली म्हणजे स्वेदद्रव स्वच्छ होते. मूत्र अम्लधर्मी किंवा अल्कधर्मीही असते परंतु स्वेद अम्लधर्मीच असतो. स्वेदघनता १.००३ असते व pH 4·8 असतो. **शंभरी स्वेदघटना** :—

पाणी	सुमारे ९९·२२	Cl′	सुमारे ०·१५
मूत्रीय	०·०३	Na˙	०·१५
तक्रिकाम्ल	०·०७	K˙	०·१७
शर्करा	०·००४	SO_4''	०·००४

—स्विदा हे ओषट द्रव्य असते. कातडी मऊ राहण्यास त्याचा उपयोग होतो.

मूत्रोत्सर्जन. मूत्राचे उत्सर्जन विष्टेच्या उत्सर्जनाच्या धरतीवरच असते. मूत्र मूत्रायण्यावाटे सतत मूत्राशयात ठिपकत असते. रिकामा मूत्राशय आकसलेला असतो तो विशिष्ट यत्तेपर्यंत ताणून फुगेपर्यंत मूत्र साठले म्हणजे उत्सर्जनाचा आवेग येतो. या पुढली क्रिया परावर्तनरूप असते. तथापि हे परावर्तन इच्छेनुसार काही थोडा वेळ थांबविता येते. पुनः आवेग येतो असे पुनः पुनः आवेग येऊन उत्सर्जनव्यवस्था न झाल्यास मूत्राशय फुटण्याची पाळी येते. व्यवस्था होते तेव्हा मूत्राशयाचे कंकण सैलावते आणि कंकणेतर मांसतंतू आकरसतात त्यांना उदर-स्नायूचे साहाय्य मिळून मूत्र पुरते बाहेर पडते. व्यवस्था होणे हे संवर्तन आहे. ते लहापणापासून शिकून संपादन केलेले असते. हे संवर्तन मोडता येते किंवा वेगळ्या रीतीने जोडता येते पण ही गोष्ट प्रयासानेच साधते.

अधर धरित्रीय पुंजकापर्यंत आणि ऊर्ध्वाधर अवजाठर जालकापर्यंत १ ते ३ कटीय कशेपासून प्रकारुणिक चैतनतंतू येतात आणि तेथून पुंजकोत्तर तंतू मूत्राशयात जातात. याच आशयापर्यंत प्रतिकारुणिक तंतूही येतात. ते त्रिकीय २ व ३ भागापासून निघालेले असतात. ते कटीरीय चेतन्यात समाविष्ट असतात. या तंतूच्या योगाने कंकणेतर मांसतंतूस उत्तेजन आणि कंकणतंतूस निस्तेजन प्राप्त होते. याच्या उलट परिणाम प्रकारुणिकांचा होतो.

आपोआप मूत्रोत्सर्जनाचा आवेग येतो तेव्हा आशयातील अंतर्मुख तंतूच्या द्वारा चेतना बहिर्मुख तंतूच्या आटोक्यात जातात. हा आटोका त्रिकीय २, ३, ४ या कशाविभागात असतो. आवेग न येता देखील मूत्रोत्सर्ग करता येतो. याप्रसंगी उदरस्नायूचा परोक्ष (आंतरित) दाब पडून परावर्तन सुरू होते.

वृक्कपिंडामध्ये मूत्र तयार होते आणि त्यांना कारुणिक चेतन्यांचा पुरवठाही असतो. तथापि त्यांचे **नियमन बहुतांशी रसायनद्रव्यांनी** होते. परिकारुणिक चेतनांचा परिणाम रक्तदाबावर होतो आणि रक्तदाबाचा परिणाम मूत्रोत्पत्तीवर होतो. रक्तदाबाने प्रथम गुच्छकातून मूत्र बाहेर येत असते. असा हा परंपरासंबंध आहे.

उष्णता विसर्जन

जीवनव्यापारात उष्णता उत्पन्न होणे ही अनिवार्य गोष्ट आहे. यामुळे शरीराचे तपमान वाढण्याचा संभव असतो. तथापि तसे होणे इष्ट नसते. सुखावह वातावरण शरीरापेक्षा कमी तपमानाचेच असते. म्हणून उष्णता शरीरातून निघून वातावरणात पसरते. वातावरणातील वायुरेणू उष्णता घेऊन जातात. हा

उष्णताविसर्जनाचा एक प्रकार झाला. एकेक रेणू तापतो आणि दूर निघून जातो. उष्णता दुसऱ्या प्रकारेही जाऊ शकते. समजा एकादे धातूचे भांडे आपण हातात घेतले तर हातातली उष्णता त्या भांड्यात जाते. भांड्याचे रेणू एकाने दुसरा दुसऱ्याने तिसरा असे तापतात. पहिला प्रकार प्रवहन[1] आणि दुसरा वहन[2] असे म्हणतात. उष्णता विसर्जनाचा तिसराही एक प्रकार आहे. त्याला रेणूंची मध्यस्थी मुळीच नको असते. आपल्या शरीरातील धग भोवताली पसरते ती या प्रकाराने. यास प्रारण[3] असे नाव आहे. आणखी एका चौथ्या प्रकारेही उष्णताविसर्जन होत असते ते असे. त्वचेवर स्पष्ट घाम येतो तो श्रम करीत असता किंवा भोवतालची हवा तापली असता. परंतु एरवीसुद्धा अस्पष्ट घाम येत असतो. याशिवाय उत्सर्गातील मूत्र व विष्टा यांच्या द्वारे आणि उच्छ्वासातील बाष्पकाच्या द्वारे उष्णता बाहेर पडत असते. एकंदर उष्णताविसर्जनाची शेकडेवारी अशी :—

प्रवहण ३१·०, प्रारण ४४, बाष्पकायन २१·५, इतर ३·५.

1 Convection. 2 Conduction. 3 Radiation.

आपल्या शरीराचे तपमान निकोप स्थितीत म्हणण्यासारखे बदलत नाही. सामान्यतः असे म्हणतात की शरीरतपमान ३७° C असते. असे म्हणताना ते काखेत मापक घेऊन मोजलेले आहे असे गृहीत धरलेले असते. वस्तुतः शरीराच्या वेगवेगळ्या अवयवांचे तपमान एकाच क्षणी वेगवेगळे असते. डोक्याचे तपमान ३३·५ तर पोटाचे ३१·१ तर हाताच्या बोटांचे २८·५ असते. पायाच्या बोटांचे तर २४·४ ही असते. दंडाचे तपमान ३३·३ तर पोटरीचे ३२·२ असते. हे अंक युरोपीयांचे आहेत. **भारतीयांच्या बाबतीत ते अंक एकाद्या अंशाने कमी असतात.** कबंधावयव व शाखावयव यांच्या तपमानात जे फरक असतात ते थंडीत वावरण्याच्या सवयीने कमी कमी होतात. दिवसाच्या तिसऱ्या प्रहरात म्हणजे सूर्य मध्यान्हरेषा ओलांडून गेल्यापासूनच्या प्रहरात ते उच्चतम असते, तर रात्र संपण्याच्या अगोदरच्या प्रहरात ते नीचतम होते. हा फरक एका अंशापेक्षा कमी असतो. हा फरक मुख्यतः मानवव्यवहारवेळेवर अवलंबून असतो. व्यक्तिव्यवहार जरी रात्रीचे दिवसा आणि दिवसाचे रात्री असे केले तरी सामाजिक व्यवहारवेळा बदललेली नाही तोवर कमाल किमान तपमान होण्याच्या वेळा बदलत नाहीत.

मनुष्य फार विविध तपमानाच्या वातावरणात आपले जीवन चालवू शकतो. शून्यापर्यंत खाली किंवा ४५° पर्यंत वरचढ वातावरणाचे तपमान झाले तरी मनुष्य आपले व्यवहार चालवू शकतो. फार थंडी किंवा फार उष्मा सुखावह असतो असे नाही. पण ती थंडी किंवा तो उष्मा सहन करण्याची तजवीज मनुष्य

करू शकतो एवढे खरे. बाहेरच्या वातावरणात जरी इतके फरक झाले तरी माणसाच्या शरीराच्या तपमानात फरक किती थोडे होतात ते आताच सांगितले. वातावरणाचे तपमान १५° असल्यास ते सुखावह असते. ते वाढू लागले तर त्यात वारा उत्पन्न केल्यास मात्र ते सुखावह होते. तरी ते शरीरतपमानाच्या जवळ जवळ येते तसतसे असुखावह होते, वर गेल्यास निश्चितपणे तापदायक होते. त्यातल्या त्यात ओलावा हवेत असला तर विशेषच तापदायक असते. १५° च्या खाली थंडी जाणवू लागते, पण वारा नसून हवा ओली असली तर थंडीचा त्रास कमी जाणवतो. **शरीरात सदैव उष्णता उत्पन्न होत असतेच. तिच्या उत्पत्तीची त्वरा कमी करणे हा उष्मा सहन करण्याचा स्वाभाविक उपाय असतो. त्याचप्रमाणे उत्पत्तिवेग वाढवणे हा थंडी सहन करण्याचा स्वाभाविक उपाय असतो.** याशिवाय उष्मा सहन करण्याचा स्वाभाविक उपाय आहे तो मूत्र व घर्म अधिक उत्पन्न करणे हा आहे. घर्म उडून गेल्याने पुष्कळ उष्णता काढून टाकली जाते. तपमान-नियमनाचे हे स्वाभाविक उपाय चैतनिक व्यूहाधीन असतात.

अंगावर कपडे चढवणे हा थंडी सहन करण्याचा कृत्रिम उपाय आहे. परंतु अंगावर सतत कपडे ठेवण्याची चाल पडल्यामुळे थंडी नसली म्हणजे तेच कपडे वापरले तर ते असुखावह किंवा तापदायकही होतात. कपड्यामुळे अंगाशेजारी हवा कोंडून ठेवली जाते, ती तापते आणि अंगातून नवीन उष्णता उत्पन्न होते तिचा निकाल करणे अशक्य होते. प्रारण व प्रवहण या दोनही गोष्टींस प्रतिबंध होतो. शरीरातून बाष्पक बाहेर पडतच असते. त्यामुळेही कपड्यात व त्याखालची कोंडलेली हवा तापून उपद्रव करते. कपडे नसले किंवा असून सैल आणि विरविरीत असले आणि हवा हालती असली म्हणजे तापलेली हवाही सह्य होते. वातावरणाचे तपमान १५° असताना सेकंदास २,३ फूट इतका देखील वाऱ्याचा वेग (पवन) नको असे वाटू लागते. त्याहून अधिक तर त्रासदायकच होतो. हवेतील ओलाव्याचे माप करता येते. १५° तपमान असताना ओलावा ७५ च्या वर नसल्यास सुसह्य असतो. तपमान चढू लागल्यास ओलावा कमीच करावा लागतो. स्वेदाची उत्पत्ती ०° सही चालू असते. तपमान वाढल्याने ती वाढते आणि शारीरिक श्रम चालू असताना तर कित्येक पट होते. **दिवसाकाठी १०,१२ लिटर स्वेद उत्पन्न होतो. याचा त्वरित निकाल होण्याची शक्यता असली तरच वातावरण सुखावह होणे संभवते.** याकरता वातावरण पंख्याने ढवळून काढणे हाच उपाय योजावा लागतो.

शरीरात **तपमाननियमनाचे दोन उपाय** योजले जातात. एक उपाय म्हणजे **उष्णतेची उपत्तीच आवश्यकतेप्रमाणे कमी किंवा अधिक करणे.** शरीरातील

रसायनव्यापाराने उष्णता उत्पन्न होते म्हणून यास रासायनिक नियमन म्हणतात. श्रम मुळीच करीत नसताना जर **वातावरण थंडावू लागले तर शरीरातील चयापचय वाढतो.** त्यात उष्णता अधिक उत्पन्न होते आणि तपमान कमी होण्याचे टळते. थंडी विशेष वाढली तर हुडहुडी भरते. ही हुडहुडी म्हणजे त्वचेतील रोमांचक मांसतंतू आखडणे होय. या क्रियेने उष्णता उत्पन्न होते. मांसतंतूत सुद्धा शर्कराव्ययाने उष्णता उत्पन्न होत असते. तेव्हा हे सुद्धा रासायनिक नियमनच होय. चयापचयाने जी अधिक उष्णता उत्पन्न होते म्हणून सांगितले तीसुद्धा मुख्यतः कांकालिक मांसातच उत्पन्न होत असते. अशा उष्णतेची विशेष गरज असते तेव्हा ती यकृतात उत्पन्न होत असल्याचे आढळून येते. पशूवर केलेल्या प्रयोगात असे दिसून येते की, या रासायनिक नियमनाला प्रकारुणिक चेतनांची गरज असते. तथापि चैतनिक संस्काराप्रमाणेच अधिकंठिक आणि अधिवृक्कीन स्यंदांचे संस्कारही या कामी उपयोगी पडतात असे दिसून येते. अधिकंठिक स्यंद चयापचय वाढविणारा असल्यामुळे उष्णतेची उत्पत्ती वाढविणारा आहे. अधिवृक्कीन स्यंदाने देखील कांकालिक मांसातील चयापचयास उत्तेजन मिळते, उष्णतोत्पत्ती वाढते.

वातावरणाचे तपमान १५° च्या खाली असले म्हणजे बरीचशी उष्णता शरीरातून प्रवहन व प्रारण या रीतींनी बाहेर जाते. शरीरतपमान इष्ट मर्यादेत राहण्याकरता अशा वेळी **उष्णताविसर्जन कमी करणे** अवश्य असते. त्वचेखाली मेद असते त्यातून उष्णता फार मंदपणे बाहेर पडते. त्यामुळे त्याच्या आतल्या अवयवातून फारशी उष्णता बाहेर येत नाही. पण त्वचेत रक्तवाहिन्या असतात. रक्त हे उष्णता झपाट्याने जाऊ-येऊ देणारे आहे. वातावरण थंडावले म्हणजे त्वचेखालच्या रक्तवाहिन्यांपैकी उपप्रवा आकरसून बारीक होतात आणि त्यात वहाणारे रक्त कमी होते. अर्थात बाहेर पडणारी उष्णताही कमी होते. थंडीचा परिणाम खोलातल्या वाहिन्यावरही होतो. विशेषतः हातापायाकडे रक्त नेणाऱ्या प्रवा आकरसून त्यातील वाहणारे रक्त कमी होते. अशा वेळी यकृत व प्लीहा हे जे कोठ्यातील रक्तसंचय त्यात रक्ताची भर पडते. उष्णता बाहेर पडण्याला आणखी एका रीतीने अटकाव होतो ती रीत म्हणजे अशी की, हात पाय आखडून आणि दुमडून घेऊन पोटाशी धरावेसे वाटतात. असे केल्याने उघडे अंग कमी होऊन त्या मानाने उष्णतेचे विसर्जन कमी होते. उष्णतेचे विसर्जन असे कमी होत असताना रोमांचक्रियेमुळे उष्णतेची उत्पत्ती वाढण्याची सोय झालेली असते.

वातावरणाचा संपर्क सर्व त्वचेशी होतो. त्वचेपासून उष्ण व शीत संवेदना वाहणारे चैतनतंतू असतात. या चेतना मेंदूपर्यंत जातात आणि तेथून चेतनांची

निर्यात होते ती स्वेदांच-तंतूद्वारा स्वेदपिंडाना मिळते. हे बहिर्मुख तंतू प्रकारुणिक असतात. उष्ण किंवा शीत वाहणाऱ्या अंतर्मुख चेतनांचे परावर्तन त्वचेतील व इतर ठिकाणच्याही रक्तवाहिन्यांचे आकुंचन–प्रसरण घडवून आणते. या अंतर्मुख चेतनांना जर एकाद्या ध्वनीची जोड दिली, उदाहरणार्थ एकादी शिटी वाजविली, तर परिणामतः संवर्तन सिद्ध होते; काही पुनरावृत्त्यानंतर पहिल्या प्रकारच्या आयातचेतनांवाचूनही परावर्तन घडते. वातावरणांमुळे रक्त तापून किंवा निवून तसाच परिणाम ठिकठिकाणच्या गात्रचयनावर आणि रक्तवाहिन्यांवर देखील होतो. पण तो गौण स्वरूपाचा असतो. तपमान नियमन मुख्यतः त्वचेतील आयात-निर्यात-चतनतंतुद्वाराच घडून येते. **रक्ताच्या तपमानाचा परिणाम होतो तो रासायनिक नियमनरूप असतो.** त्वचेतून उष्ण-शीत–चेतना निघतात तशाच त्या पत्मनाच्या आणि प्राशनीच्या आस्तरातूनही निघतात. आयातीचे क्षेत्र एवढे मोठे असते. निर्यातीचे क्षेत्रही मोठेच असते. सर्व त्वचा आणि रक्तवाहिन्या असा त्याचा पसारा असतो.

मेंदूमधे उष्णतानियमनाचे मर्म कोणते याविषयी शोध झालेला आहे त्यावरून असे दिसते की, अंचलांच्या पुढे व खाली आणि पिहितपिंडाच्या वर्ती **प्रांचला म्हणून जो अवयव आहे ते उष्णतानियमनमर्म आहे.** याखेरीज अभ्यंतर मेंदूमधे आणखी काही भाग त्याशी संबंधित असावे असे वाटते, परंतु त्यांचा नेमका शोध झालेला नाही. परिस्थली म्हणून जो मस्तकभाग आहे त्याशी आणि मस्तकछालीशीही या मर्माचे संबंध असले पाहिजेत असा तर्क आहे.

वातावरणाचे तपमान थोड्याबहुत मानाने नेहमीच बदलत असते. **त्वचा-द्वारे परावर्तनाने नियमनाला अवश्य त्या गोष्टीही तदनुरूप घडत असतात.** या परावर्तनांस जोडून इतर अंतर्मुख चेतनांची संवर्तनेही घडत असतात. समजा आपण उन्हाळ्या दिवसात घरात काम करीत आहोत. अशा वेळी घरातील वातावरण शरीराच्यापेक्षा थंड असते. (नसले तर तसे ते थंड ठेवण्याचा प्रयत्न करणे अवश्य असते.) आता जर आपण घराबाहेर पडलो आणि तेथे वाता-वरण शरीराइतके किंवा अधिक तप्त असले तर परावर्तताने उष्णतानियमना-करता उष्णतोत्पत्ती कमी करणे आणि घर्म उत्पन्न करून उष्णता शरीराबाहेर जाऊ देणे या क्रिया घडतात. रोजरोज असेच घडत जाते तेव्हा प्रत्यक्ष घराबाहेर पडण्यापूर्वीच असे नियमन सुरू होते. हे संवर्तन होय. अशी संवर्तने नित्य व्यवहा-राला फार उपयोगी असतात हे उघडच आहे. शीत किंवा उष्ण सहन करण्याच्या व्यक्तिगत मर्यादा पुष्कळच भिन्न असतात.

गर्भाधान. सर्ग आणि उत्सर्ग यांची इंद्रिये एकमेकांच्या जवळ असून अंशतः एकरूपही असतात, म्हणून त्यांचा उल्लेख एकदम करण्याचा प्रसंग येतो. सर्ग-क्रियेचा अपत्यसंबंधी भाग गर्भप्रकरणी येऊन गेला आहे. सर्गपेशिकांच्या उत्पत्ती-संबंधी सूक्ष्म निरीक्षणाचा भाग पुढे अनुवंशताप्रकरणी येईल. येथे गर्भाधानासंबंधी निरूपण तेवढे करणे आहे. वयात आल्यावर स्त्रीपुरुष एकमेकाकडे आकर्षित होतात. अंगमीलनसमयी सर्गेंद्रियात स्फुरण उत्पन्न होऊन रेत योनिमार्गात सोडले जाते. स्पर्शाने उत्पन्न झालेल्या परावर्तनाने पुरुषाचे वीर्यस्रोत व रेतःकोश यात स्पंद उत्पन्न होतात. कंदकुषितीय आणि ककुंदर-कुषितीय यांच्या आकुंचनाने रेत योनीच्या कुक्षीजवळच्या भागात फेकले जाते. स्पंजी शिस्नांगात कुषिते असतात. मांसाच्या आकुंचनाने कुषितांच्या आरंभी आणि प्रतिवाहिन्यावर दाब येतो. प्रवा सैल होऊन फुगतात. त्यात रक्ताचा ओघ आठ दहा पट होतो. कुषितेही फुगतात. **प्रतिकारुणिक चेतनांनी शिस्नवाहिन्या सैलावतात** आणि **प्रकारुणिक चेतनांनी स्रावी प्रपिंडास उत्तेजन येते.** रेत आकाराने २ ते ६ cc. असते. त्यात उपमुष्क, रेतःकोष, उपरेतल आणि कंदमेहनीयप्रपिंड यांचे स्राव मिश्र असतात. कंदमेहनीयस्राव अगदी थोडा असतो. तो अगदी पातळ असतो. त्याचा उपयोग काय ते माहीत नाही. रेतात उपरेतलांश १५ ते ३० % असतो. रेतःकोषाच्या स्रावाचा वाटा ५० टक्के किंवा अधिकही असतो. बाकीचा स्राव उपमुष्कातून आलेला असतो. मुष्कात रेतुके तयार होतात आणि उपमुष्कात त्यांचा संग्रह होतो. शिस्नाचे उत्थान झाले की मेहनीच्या आरंभी दाब येतो आणि मूत्र तिच्यात येण्यास प्रतिबंध होतो. उत्थान असेपर्यंत मेहनी म्हणजे रेतोवाहिनीच होते. शिस्नातील कुषिते उपसंरसाची[1] बनलेली असतात. 1 Collagenous

संभोगाच्या वेळी स्त्रीच्या **अलिंदप्रपिंडातून कफप्रधानस्राव** उत्पन्न होतो. योनी व कुक्षी यांच्या मांसातही चळवळ चालू होते. रेतोग्रहणाच्या समयी कुक्षी व योनी क्षणमात्र एका रेषेत येतात. रेत वर कुक्षियोगी नळ्यांकडे वल्हवले जाते. याच समयी बाह्य सर्गेंद्रिये आणि योनी यामधे रक्तप्रवाहाला भरते आलेले असते.

रेतःकोशाच्या स्रावात (१) तीन टक्के **फलजा** (२) जंबीरिक आणि आमलिक अम्ले (३) प्रोततंजन[1] (४) पस्फुरिकाम्लयुक्त पित्तामोद[2].

1 Pepsinogen. 2 Phosphoryl choline.

रेतुकांना उपयोगी पडणारी **शक्ती फलजेपासून** मिळते. या प्रसंगी त्या शर्करेपासून तक्रिकाम्ल उत्पन्न होते. पुरता ऊर्व मिळाल्यास कौद्व देखील उत्पन्न होणे संभवते.

उपरेतलस्रावात अनेक वितंचके असतात. त्यात Na व Ca ही धनदले आणि जंबीरिक ऋणदले असतात. याशिवाय त्यात एक विशिष्ट अमोदीन द्रव्य असते. त्याला रेतामोदीन[1] म्हणतात. 1 Spermine.

रेतातील प्रमुख भाग रेतुके. त्यांच्या उत्पत्तीसंबंधी एक विशेष गोष्ट अशी आहे की मुष्क जर **उदरातच राहिले तर रेतुकांची उत्पत्ती होत नाही.** उदरात जे तपमान असते त्यापेक्षा ते वृषणात निदान २°c ने कमी असते. कोठा लहान आणि त्वचा महान यामुळे हा फरक पडतो हे तर खरेच पण त्याखेरीज **रक्तवाहिन्यांची ठेवण विशेष** हेही या तपमान–उताराचे कारण असते यात शंका नाही. मुष्कपोषक प्रवा उदरात महाप्रवेची शाखा म्हणून उगम पावते आणि जघन्य प्रणालातून खाली मुष्कापर्यंत जाते. या प्रवेभोवती प्रतिवाहिन्याचे जाळे[1] असते, या प्रतिवा पुनः नागमोडी असतात. त्यामुळे उष्मविसर्जन होणे सोपे जाते. वृषणाच्या त्वचेस लागून मांसतंतू असतात त्यांनी ती त्वचा आवरून मुटकेवजा करता येते किंवा लांबवून पिशवीवजा करता येते. बाहेरची हवा विशेष थंड असल्यास ती मुटकेवजा होते आणि विशेष तप्त असल्यास पिशवीवजा होते. या त्वचेत स्वेदप्रपिंडही भरपूर असतात. त्यांच्या योगाने पाहिजे तेव्हा ती थंड करता येते. 1 Pampiniform plexus.

माणसाच्या एका रेतोनिषेकात ३००,००० रेतुके असतात, अंडुकाशी एकाचेच मीलन होते. तरीदेखील ६०,००० पेक्षा रेतुकांची संख्या कमी असली तर मीलन घडत नाही. रेत बाहेर पडल्यानंतर त्याचा गळाठा बनतो. काही वेळाने तो द्रवतो पण आणखी काही वेळाने वाळून जातो.

प्रकरण ५८

शरीर आणि स्वभाव

प्रत्येक माणसाला शरीर असते त्यावरून आपण त्याला ओळखतो. कोणाही माणसाचे वर्तन काही दिवस पहात राहिलो असता त्याचा एक स्वभाव आपल्या ध्यानात येतो. माणसाच्या शरीराचे निरनिराळे अवयव आपण जाणू शकतो आणि त्याच्या स्वभावाच्या छटाही जाणू शकतो. शरीर आणि स्वभाव यात काही नित्य संबंध आहे काय? असावा असे वाटते. आहे असे वेळोवेळचे प्रमुख लोक मानीत आले आहेत. राजेपणाची चिन्हे हातापायावर उमटलेली असतात, असा एक प्राचीन समज आहे. हल्ली सुद्धा धनरेषा संततिरेषा अशा रेषा हातावर उमटलेल्या असतात असे मानणारे लोक आहेत. कोणत्याही एका क्षणी माणूस प्रसन्न आहे किंवा खिन्न आहे, हे त्याच्या मुद्रेवरून आपण समजू शकतो. एकंदरीत त्याची वागणूक कशी असावी, त्याचा स्वभाव कसा असावा, याविषयी **प्रथमदर्शनीच** आपण काही **तर्क** करतो. तो कधी खरा तर कधी खोटा ठरतो. बहुधा तो अंशतः खरा आणि अंशतः खोटा असतो.

काही समाजात मुलामुलींची लग्ने पुष्कळ परिचयानंतर ज्यांची त्यांनीच ठरविलेली असतात. क्षणिक वासना या सर्वांमध्ये असतातच पण त्यांना दाबून ठेवून भावी आयुष्यात दोघांचे स्वभाव मिळते असावेत याच दृष्टीने मुलगे मुली हा परिचय करून घेत असतात तरी त्याला फार तर चार पाच वर्षांची मर्यादा घालावीच लागते. प्रश्न असतो पुढील आयुष्यात स्वभाव जमण्याचा, तो गत आयुष्यावरून सोडविणे भाग असते. असे केल्यावर पुष्कळ तर्क खरे ठरतात तर काही खोटेही ठरतात. एकाद्या धन्याला नोकर नेमावयाचा असला म्हणजे तो उमेदवार बोलावतो आणि त्याचे पूर्ववृत्त ऐकून घेऊन आणि त्याला पाहून आपला निर्णय करतो. मनुष्याच्या रूपाकडे पाहून आणि त्याची उत्तरे ऐकून त्याच्या स्वभावाविषयी अंदाज बांधता येतात. म्हणून ही साक्षात् परीक्षेची पद्धत पडली आहे हे उघड आहे. याही बाबतीत काही तर्क खरे ठरतात, काही खोटे ठरतात. असे असले तरी अशा परीक्षापद्धतीत काही तथ्य आहे असा आपला विश्वास असतो. म्हणूनच आपण तो चालू ठेवली आहे. नुसते **दर्शन** आणि **परिप्रश्न**

याखेरीज **खोल शरीरतपासणी** करून स्वभाव आणि शरीर यांचे संबंध अधिक स्पष्ट झालेले आहेत. तेच येथे पाहणे आहेत.

मानवात स्त्रीपुरुष हा लिंगभेद सहजच आहे. जननेंद्रिय हे त्याचे प्रधान लक्षण आहे. समाजात ते नेहमी गुप्तच ठेवण्याची चाल आहे. तरी माणसाच्या मुखवट्याकडे पाहून स्त्री की पुरुष हे आपण ओळखू शकतो. अल्पवयी मुलांच्या बाबतीत ते कठीण आहे, किंबहुना अशक्य आहे म्हटले तरी चालेल. वयात आल्यावर ते सोपे आहे. पुरुषलक्षणे मुखवट्यावर उमटतात तशीच ती इतरत्रही उमटतात. स्त्रीने पुरुषाचे किंवा पुरुषाने स्त्रीचे सोंग घेणे यामुळेच कठीण असते. **स्त्रीपुरुषांच्या रूपात** तर **फरक** असतोच पण **आवाजातही** असतो. जननेंद्रिये स्त्रीची असून काहींचा आवाजपुरुषी असतो तर काही पुरुषांचा बायकी असतो. इतर लक्षणातही थोडाबहुत विक्षिप्तपणा आढळतो.

रूप आणि आवाज याखेरीज **स्त्रीपुरुषांच्या स्वभावातही फरक** असतो. अगदी लहान वयात असा फरक दृष्टीस पडतो की मुलींना आपले शरीर अलंकारांनी सजविण्याची हौस वाटते तशी मुलांना वाटत नाही. दांडगाई–मारामारीकडे मुलांचा कल विशेष असतो. मोठ्या वयात थोड्या वेळात पुष्कळ श्रम करण्यास मुलगे सहज पुढे सरसावतात. पण पुष्कळ वेळ थोडथोड्या श्रमाचे काम करीत राहण्यास ते कंटाळतात. घरच्या व्यवस्थेत आणि टापटिपीत स्त्रियांचे लक्ष्य जसे लागून रहाते तसे पुरुषाचे लागून रहात नाही. त्याना बाहेरच्या उलाढाली आवडतात आणि परवडतात. स्त्रियांच्या शरीराची रचनाच अशी असते की, त्यांना अल्पकाळात पुष्कळ शक्ती प्रकट करता येऊ नये, याच्या उलट पुरुषाच्या शरीराची रचना असते. मन हे इंद्रिय आहे असे आपल्या नैयायिकांचे म्हणणे आहे. आधुनिक शास्त्रज्ञांच्या अवलोकनाप्रमाणे मेंदूचे काही भाग मन संज्ञेस पात्र आहेत. या भागाच्या रचनेच्या बाबतीत स्त्रीपुरुषात भेद असतो की नाही हे अद्याप समजलेले नाही. पण पुढे समजण्याचा संभव आहे.

स्त्रीपुरुषांच्या **वर्तनातला** भेद पुष्कळ अंशी **अनुकरणाने बनलेला** असतो यात शंका नाही. लहान मुलींना बायकांचे आणि लहान मुलांना पुरुषांचे अनुकरण मोठी माणसेच शिकवतात, असे जरी खरे तरी मुली-मुलांचा स्वाभाविक कलही तिकडेच असतो यात शंका नाही. अगदी क्वचित् असे घडते की मुलाचे लिंग वरकरणी संशयित असते. अशा वेळी चुकून आईबाप त्याला मुलगी म्हणून वाढवितात. पण तो असतो **मुलगा.** अशा प्रसंगी मोठा झाल्यावर, **मुलगी म्हणून वाढवला गेला** असला तरी त्याचे **वर्तन मुलांच्या वळणावर** जाऊ लागते. हा अर्थात्

शरीरघटनेचाच परिणाम असतो. म्हणूनच तो शिकवणुकीच्या विरुद्ध जाऊ शकतो.

स्त्रीपुरुषांच्या शरीरघटनेत भेद तसा त्यांच्या स्वभावातही भेद असतो. शरीरघटक आणि स्वभाव यांचे काही निश्चित नाते असावे, असे यावरून सूचित होते. विशेष तपास न करता साधारण लोक ते गृहीत धरतात. एकादा पुरुष जर प्रसंगी भ्याला तर ' तू काही हातात बांगडया भरल्या आहेस काय ? ' असे त्याला हिणवतात. अमुक इतका धीटपणा पुरुषाच्या अंगी गृहीत धरतात. तितका किंवा त्याहून अधिक धीटपणा जर एकाद्या बाईच्या अंगी प्रकट झाला तर ती बाई पुरुषासारखी धीट आहे असे म्हणतात. द्रौपदीला जेव्हा दुःशासनाने केसाला धरून सभेत आणले तेव्हा तिने त्याचा निषेध केला इतकेच नव्हे तर सभाप्रमुख वडीलधाऱ्या पुरुषांना निरुत्तर करणारे प्रश्न तिने विचारले. हे तिचे **वर्तन पुरुषी धिटाईचे** झाले. झाशीच्या राणीचे **रणचातुर्य** असेच **पुरुषी धिटाईचे** होते.

काही वागणुकीच्या रीती स्त्रीविशिष्ट तर काही पुरुषविशिष्ट असतात, पण तेवढयाने काही समाजातले स्वभावभेद संपत नाहीत. ते अतिशय बहुविध आहेत. माणसामाणसात **धंद्याला अनुसरून स्वभावभेद** आहेत. शारीरिक व्यथेविषयी सहनशीलता हा गुण क्षत्रियात हटकून सापडणार पण तो ब्राह्मणात विरळा, याविषयी खातरजमा असल्यानेच परशुरामाने, कर्ण ब्राह्मण म्हणवितो तरी तो ब्राह्मण नसला पाहिजे असे ओळखले; कारण भुंग्याने मांडी पोखरली तरी त्याने ती हालविली नाही, असा साक्षात् पुरावाच मिळाला. निर्लोभता ब्राह्मणाच्या अंगी आढळेल तशी इतरांच्या अंगी आढळणार नाही असा अनुभव कर्णाला आला, असे महाभारतात सांगितले आहे, कर्णाने चुकून ब्राह्मणाच्या गायीचे वासरू मारले तेव्हा ब्राह्मणाने शाप दिला. त्यावर कर्णाने त्याला "सहस्रावधी गायी देतो पण शाप आवर" असे विनविले. ब्राह्मणाने ते ऐकले नाही, तो म्हणाला "धनदाचीहि नसे मग अन्याची काय निःस्पृहा परवा ॥ " आर्याभारत. धनद म्हणजे कुबेर, येथे जे धंद्याने येणारे गुण सांगितले ते बरे असोत वाईट असोत, ते असतात इतकीच गोष्ट येथे महत्त्वाची आहे, कोणताही धंदा करावयाचा म्हणजे काही विशिष्ट गुणावरच भर द्यावा लागतो. त्यामुळे त्या गुणांचा अतिरेक आणि इतर गुणांचा अतिलोप या गोष्टीही संभवतात. त्या दोषास्पद आहेत पण अनिवार्यही आहेत. सर्वारंभा हि दोषेण धूमेनाग्निरिवावृताः ॥ गीता.

मनुष्यस्वभावात प्रकटणारे गुण स्त्रीपुरुषत्वावर अवलंबून असतात हे निर्विवाद आहे. ते तो करीत असलेल्या धंद्यावर अवलंबून असतात यातही शंका नाही. पण

त्यास **अपवाद** आढळतात हे खरे आहे. फार ठळक अपवाद महाभारतातही सांगितले आहेत. युद्धात अन्यायाची बाजू घेण्याचे समर्थन अर्थस्य पुरुषो दासः। या वाक्याने भीष्मांनी केले ते क्षम्य आहे, कारण क्षत्रियांनी राजाची नोकरी करावी हा त्याचा धर्म–कर्तव्य ठरलेला धंदा–आहे. परंतु त्याच वाक्याने द्रोणांनी आपले समर्थन केले ते मात्र क्षम्य नाही. राजाची नोकरी पतकरणे हा ब्राह्मणाचा धर्म नव्हे. असे असताना ऐश्वर्याच्या लोभास बळी पडून त्यांनी तो परधर्म पतकरला. पतकरताना त्यातील दोष अगदी क्षुद्र वाटला पण तोच पुढे ठळकपणे दिसून आला. रणांगणात द्रोणाचार्यांवरती घाव घालताना भीमाने गर्जून सांगितले "रणांगणावर मी गुरुशिष्य हे नाते ओळखत नाही. आपण एकमेकांचे शत्रू आहो. आम्ही पांडव क्षत्रिय असून स्वधर्म म्हणून लढत आहो. तुम्ही मात्र ब्राह्मणधर्म सोडून लोभाने क्षत्रियकर्म करीत आहा. गुरुजीपणा शाळेत; रणात नव्हे" या घोषणेस पुष्कळ ब्राह्मणांचा पाठिंबा होता. द्रोणाचार्यांनी केले ते ब्राह्मणोचित नव्हते.

मनुष्यस्वभावातले **काही गुण कुलविशिष्ट** असतात, असा अनुभव येतो. पण या बाबतीत गुणांचे स्वरूप फार मर्यादित घ्यावे लागते. अगोदर कुल पित्याकडून ठरवावयाचे की मातेकडून हा प्रश्न उपस्थित होतो. पित्यावरून असे व्यवहाराकरता ठरले आहे. तरी मातेकडून काही गुण येतात यात शंका नाही. माता आणि पिता या दोघांना सारखेच महत्त्व दिले तर सख्ख्या भावंडांचेच तेवढे एक कुल ठरते. त्यांच्या संततीत निराळ्या कुलांचेच बहुधा मिश्रण असते. रक्तसंबंधात लग्ने करू नयेत असा नियम आहे. तो बहुधा पाळला जातो. म्हणून कुलामधे वरचेवर मिश्रणे होत असतात. पित्याकडून कुल गणले तर स्त्रीकडून मिश्रण होत असते, आणि मातेकडून कुल गणले तर पुरुषाकडून मिश्रण होत असते. काही असले तरी एक अंश मात्र संततीत रहात असतो. पण तेवढ्याने काही गुण कुलपरंपरेने चालत आल्याचे आढळते. कालिदासाने जे रघुवंशकाव्य लिहिले त्यात अशा परंपरागत गुणाची यादी त्याने आरंभीच दिली आहे. तथापि पुढे कुलवृत्तान्त दिला आहे त्यात काही अपवादही सांगितले आहेत.

व्यक्ती तितक्या प्रकृती अशी एक म्हण आहे. तिचा अर्थ असा की माणसागणिक स्वभाव वेगळा असतो, ही गोष्ट फार महत्त्वाची आहे. कारण अशा व्यक्तिविशिष्ट गुणामुळेच समाजात प्रत्येकाला वेगवेगळा मान आपण देतो. कोणाला आपण पुढारी मानतो, कोणाला सखे मानतो, कोणाला अनुयायी मानतो, एकाच खेपेस एका मातापित्यांची मुले जन्मास येतात तेव्हा त्यांच्यात सर्वांत

अधिक साम्य व कमी वैषम्य आढळते. पांडवांपैकी माद्रेय उत्कट साम्याचे उदाहरण आहे. नकुळसहदेव हे माद्रीचे जुळे मुलगे. त्यांच्या स्वभावात इतके साम्य होते की महाभारत वाचून झाल्यावर थोड्याच दिवसांनी पांडवचरित्रातील अमुक कामगिरी नकुळाची आणि अमुक सहदेवाची हे आठवेनासे होते. धर्म भीम अर्जुन हे कौंतेय एकाच जननीचे पण वेगवेगळ्या जनकांचे वेगवेगळ्या खेपेस जन्मलेले. त्यांच्या ठेवणीत स्पष्ट भेद होते. कुंतीच्या जंघा काही विशेष आकृतीच्या होत्या. धर्मामध्ये हा घाट थोडा आणि अर्जुनामध्ये पुष्कळसा उतरला होता. थेट कुंतीच्या सारखाच जंघेचा घाट कर्णाचाही होता. या गोष्टीचे धर्मास राहून राहून आश्चर्य वाटे. युद्धसमाप्तीनंतर कुंतीने धर्माला सांगितले " कर्ण हाच माझा पहिला मुलगा, तुझा थोरला भाऊ. " या निवेदनाने धर्माचा संशय फिटला. त्याला मनस्वी दुःख झाले. नुकतेच मिळालेले राज्य सोडून देण्यास तो तयार झाला. भीम आणि अर्जुन यांस आश्चर्य वाटले, पण राज्य सोडून देण्याची गोष्ट त्यास पटली नाही. पुढे कुंती आश्रमवासाला जाण्याचे ठरले तेव्हा तिने " कर्णाचे श्राद्ध करा " असे सांगितले. धर्म व अर्जुन यांनी ते मान्य केले, पण भीमाने ते साफ नाकारले. भीम राज्याचा अर्थमंत्री होता. त्याने या कामाला द्रव्य देण्याचे नाकारले. पांडवांचे स्वभाव सर्व महाभारतभर उत्तम रीतीने रेखाटलेले आहेत, इतकेच नव्हे तर त्यांचे **आकृति-विशेषही** सांगितलेले आहेत. द्रौपदीस्वयंवराच्या वेळी पांडव वेषांतर करून आलेले होते. श्रीकृष्णाने ते ओळखले आणि आपल्या भावास त्यांच्या खाणाखुणा सांगितल्या. उत्तरगोग्रहणप्रसंगी अर्जुन बृहन्नडा होऊन आला होता तो द्रोणाचार्यांनी त्याच्या जंघा–विशेषांवरून ओळखला.

व्यक्ती तितक्या प्रकृती हे खरे आहे. त्यापासून जर काही बोध घ्यावयाचा असेल आणि व्यवहाराकरता नियम बांधावयाचे असतील तर **प्रकृतींचे** अगदी थोडके हाताच्या बोटावर मोजण्याइतके **वर्ग पाडणे** अवश्य आहे. पाश्चात्य विद्वानांनी प्राचीन काळी असे चार वर्ग केलेले आहेत. त्यास ते (१) आवेशी (२) मंद (३) संतापी (४) खिन्न असे म्हणत. असे वर्ग पाडले तरी कोणाही एका व्यक्तीत एकाच वर्गाचे गुण असतात असे नाही. एकाद्या वर्गाचे गुण उत्कट असतात, बाकीच्यांचे लपलेले असतात. चारी वर्गांचे गुण ज्यांत यथाप्रमाण असतात असा माणूस विरळाच, इतका विरळा की तो युगायुगात एकादाच आढळतो. त्यालाच अवतारी माणूस किंवा परमेश्वर म्हणतात. पांडवांपैकी धर्म मंद, भीम संतापी, अर्जुन आवेशी, माद्रेय खिन्न असे म्हणावे लागेल. श्रीकृष्ण मात्र परमेश्वर या पदवीस योग्य आहे.

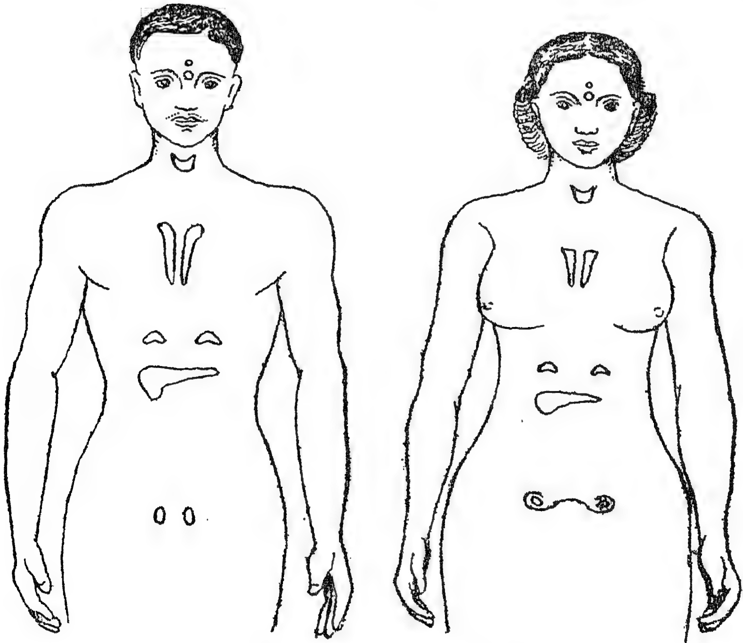
1 Sanguine. 2 Lymphatic. 3 Bilious. 4 Nervous.

अर्जुनाच्या **भावना** वेळोवेळी **उत्कट** होत असत. युद्धारंभी त्यांनी उचल खाल्ली. ती शमविण्याकरता कृष्णाने गीता सांगितली. इतके झाल्यावरही पितामह भीष्मावर त्याचे शस्त्र लटके पडू लागले. तीच गत द्रोणाचार्यांची झाली. कर्णाला मात्र अर्जुनाने मनापासून शत्रू मानले. तो शत्रू अतिप्रबल ही जाणीव त्याला होती. कर्णाने धर्माला जर्जर करून पळवून लावले असे अर्जुनाला कळले. तेव्हा त्याचे मन विरले. तो भीमाला म्हणाला "दादा तू शिबिरात जाऊन धर्माला भेटून ये. मी रणांगण संभाळतो" त्यावर भीम म्हणाला "हे कदापि घडणार नाही. मला सैन्याचा पुढारी केलेला आहे. धर्माच्या समाचाराकरतासुद्धा मी रणांगण सोडणार नाही. तू सर्वांचा पाठिराखा आहेस तूच धर्माकडे जा; मी तुझे रणकार्य संभाळतो." यावर श्रीकृष्णाने अर्जुनाला धर्माच्या शिबिरात नेले. तेव्हा कर्णाला मारून अर्जुन आला आहे असे वाटून धर्माला आनंद झाला. पण 'कर्णाशी अजून भिडलोच नाही' असे अर्जुनाने सांगताच धर्म संतापला आणि अर्जुनाला नाही नाही ते बोलला. तेव्हा अर्जुन संतापला आणि धर्मालाच मारण्यास तयार झाला! शेवटी श्रीकृष्णाने अर्जुनाचा हात आवरला आणि धर्माचे पाय धरले. त्याने दोघांची समजूत घातली, अर्जुनाला रणांगणावर नेले आणि त्याच्या हातून कर्ण मारविला.

आयुर्वेदग्रंथात मनुष्यप्रकृती तीन प्रकारची सांगितली आहे. **वात, पित्त कफ** अशी त्यांची नावे आहेत. अर्थ दर्शवण्याकरता **चपल संतापी आणि मंद** असे पर्यायशब्द वापरता येतील. चपल या वर्गात तरतरीत बुद्धी असणारांचा समावेश आहे. त्यांनाच विचारी असेही म्हणता येईल. दुसरा वर्गविकारी असेही म्हणता येईल. विचार कमी, प्रसंगी ताडदिशी काही प्रत्युत्तररूपी कर्म करणारे या वर्गात मोडतात. तिसरा वर्ग विचार नाही आणि विकारही नाही, अशा मंदांचा. स्थूल देह हा त्यांचा विशेष. मध्यम शरीर हा दुसऱ्याचा विशेष. सडपातळ देह हा पहिल्याचा विशेष. हे विविध वर्ग स्वभावनिरीक्षणावरून सुचले, यात शंका नाही. पुढे त्यांचा संबंध शरीराशी जोडण्यात आला. शरीरात कफ असतो श्वसनमार्गात आणि थोडासा इतरत्रही. शरीरात पित्त असते पित्ताशयात आणि यकृतात. ते कडवट तिखट अशा चवीचे असते. तेही इतरत्र थोडेबहुत पसरते. कफ ज्या इंद्रियातून निघतो त्याच इंद्रियात वायूही असतो. तो इतरत्र थोडाबहुत पसरतो असे वाटते. कफ वात पित्त मोजता आले आणि त्या त्या प्रकृतीचे गुणही मोजता आले तर त्यांचा संबंध कसा आहे ते समजेल. पण ही गोष्ट अद्याप घडलेली नाही.

पाश्चात्य विद्वानांनी मंदता संताप खेद यांचा संबंध रक्त कफ पिवळे पित्त आणि काळे पित्त, यांशी आहे असे प्रथम मानले. नंतर त्यांनी **प्रकृती दोन प्रकारचीच** मानण्याची रीत रूढ केली. **विचारी** आणि **विकारी** असे ते दोन प्रकार होत. मेंदूची साल हे विचाराचे इंद्रिय आहे. विचारी माणसात ते विशेष परिणत असते. विकारी माणसात ते तसे नसते, एवढे स्थूलमानाने माहीत आहे. मेंदूच्या तळातला स्थली नामक भाग विकारांचे इंद्रिय आहे. विकारी माणसात ते विशेष परिणत असते की काय माहीत नाही. खरोखरी मेंदूची साल हे सर्वांचेच नियमन करणारे इंद्रिय आहे. इतरांची परिणती असली तरच मेंदूच्या सालीच्या परिणतीचा काही उपयोग होण्याची शक्यता आहे, नाही तर नाही.

मेंदूच्या सालीमध्ये वेगवेगळ्या क्रियांची मर्मे आहेत, वेगवेगळ्या संवेदनांची मर्मे आहेत आणि विचारांची मर्मेही आहेत. इतक्या गोष्टी प्रयोगकारांनी निश्चित केल्या आहेत, विचारमर्मामध्ये विशिष्ट विचारांना विशिष्ट मर्मे आहेत की नाहीत, असल्यास ती कोणती, हे मात्र अद्याप समजलेले नाही. समजून



आ० ५८·१ पुरुष व स्त्री यांची स्यंदस्थाने

घेण्याचा प्रयत्न चालू आहे. तिसाव्या प्रकरणात **अंतःस्रावी पिंड** म्हणून सांगितले आहेत त्यातून **जे स्राव निघतात ते इतर इंद्रियात जाऊन विशेष कर्मे करतात.** त्यांचे विवेचन अतःपर करावयाचे आहे. **माणसाचा स्वभाव घडविण्यात त्याचाच प्रभाव विशेषेकरून प्रकट होत आहे.** हा विषय गेल्या शतकात शास्त्रज्ञांच्या लक्षात आला असून त्याविषयी संशोधन चालू आहे.

आपले शरीर अन्नाने पोसते. अन्नाने शरीर बनणे ही मोठीच किमया आहे. ही सर्व जीवसृष्टीत सतत चालू आहे. अन्नापासून शरीर बनताना जर काही चूक झाली तर शरीराची घडण बिघडेल आणि परिणामी वर्तनही बिघडेल. अन्नपचनात तात्पुरता बिघाड झाला तर वर्तनातला भेद विशेष जाणवत नाही. परंतु बिघाड दीर्घकाल टिकला तर तो भेद जाणवतो. बिघाड चिरकालीन असून अगदी थोडथोडाच होत आहे, असे असले तर काय होईल? माणसाच्या वर्तनात थोडा थोडा भेद होत जाईल असे म्हणावयास पाहिजे. तात्पर्य म्हणणे असे की, माणसामाणसाच्या स्वभावातील भेद हे त्यांच्या शरीरातील किमयेतील भेदामुळे उत्पन्न होणे शक्य आहे. जठरात अन्नपचन होते [illegible] पाचकस्राव जठराच्याच तटातून स्रवतात. आतड्यात अन्न गेल्यावर आतड्याच्या आस्तरातील प्रपिंडातून स्राव येतोच पण त्याच्या जोडीला शेजारच्या **प्रपाचक पिंडातील स्रावही एका स्रोतावाटे आतड्यात येतो. नेमक्यावेळी हा स्राव येण्यास प्रेरणा कशी मिळते?** हा कुतूहलाचा प्रश्न आहे तो गेल्या शतकात प्रयोगकारांनी सोडवला आहे.

अन्त्रमांसास संकोचनाची प्रेरणा चैतन तंतूंवाटे मिळते तशी स्रवणाची प्रेरणाही मिळत असावी असे मानून त्यांनी येथील चैतन तंतू तोडून टाकले. अपेक्षा अशी की आता स्रवण होऊ नये. परंतु तसे झाले नाही, स्रवण घडलेच. [illegible] प्रेरणा रक्तातून मिळते की नाही ते पाहावे असे मनात आणून त्यावेळी वाहणाऱ्या रक्ताची तपासणी करून पाहिली तेव्हा त्या वेळच्या रक्तात एक निराळेच द्रव्य आढळून आले. हे द्रव्य आतड्यातून का निघावे असा प्रश्न उपस्थित करून तो सोडवण्याकरता त्यांनी योग्य समयी एका प्राण्याची आतडी काढून त्यांचा अर्क काढला. त्यात असे द्रव्य सापडले. मग त्यानेच प्रपाचक पिंडाला प्रेरणा मिळते का? हे पाहण्याकरता एका प्राण्याला अन्न न देता हे द्रव्य आतड्यातून निघणाऱ्या शिरेत टोचून भरले. अपेक्षेप्रमाणे स्राव आला. त्यावरून **प्रपाचक पिंडाला प्रेरणा देणारे द्रव्य आतड्याच्या तटातून रक्तावाटे त्या प्रपिंडाकडे वाहते** असे सिद्ध झाले. **या द्रव्यास 'स्रुतीन'** असे नाव दिले आहे. प्रथमतः जठरातून येणाऱ्या अन्नकाल्याच्या

योगाने अंत्रुकाच्या आस्तरातून स्राव निघतो त्यात स्रुतीन असते. ते रक्तावाटे प्रपाचकात जाते तेव्हा तेथून प्रपाचक स्राव निघून स्रोतावाटे अंत्रुकात येतो. असाच परिणाम अंशत: अंत्रिकेच्या आरंभभागावर होतो. त्यातूनही स्रुतीन निघते. **स्रुतीनाने** प्रपाचकास प्रेरणा मिळते इतकेच नव्हे तर **यकृत् पित्ताशय आणि अंत्रक यांसही प्रेरणा मिळते.** पित्ताशयास मिळणाऱ्या प्रेरणेने त्या आशयाच्या मांसांचे संकोचविकास घडून येतात. इतर ठिकाणी स्राव उत्पन्न होतात.

1 Secretin.

मधुमेह हा आजार प्रसिद्ध आहे. मधु म्हणजे गोड आणि मेह म्हणजे मूत्र. निकोप प्रकृतीच्या माणसाच्या मूत्रात साखर नसते, मधुमेही माणसाच्या मूत्रात असते. ही साखर द्राक्षजा असते. अन्नामधील धान्याचा बराच अंश तौकीराचा असतो. या तौकीरापासून मुख्यत: प्रपाचकपिंडाच्या स्रावामुळे आतड्यात द्राक्षजा साखर तयार होते. मग द्राक्षजा रक्तात झिरपते. आपल्या शरीरात ज्या हालचाली घडतात त्याकरता शक्ती पाहिजे असते ती साखरेपासून मिळते. शक्ती मांसात उत्पन्न व्हावयाची असते. द्राक्षजा रक्तातून मांसात पाझरते. तेथे तिचे ऊर्वण होऊन कौद्व CO_2 आणि पाणी ही द्रव्ये तयार होतात. त्याबरोबर हालचाल घडते आणि उष्णता प्रकट होते.

काही हालचाल आपल्या शरीरात नित्य घडत असते आणि काही कारण-परत्वे आपण करीत असतो. जेव्हा हालचाल घडणार तेव्हा तिला योग्य तेवढी साखर मांसास मिळाली पाहिजे. जेव्हाची तेव्हा आणि जितक्यास तितकी साखर निर्माण होणे अशक्य असते. स्वत: रक्तामधे साखरेचा साठा भरपूर होऊ शकत नाही. हजारी १·८ ग्रामाच्या वर साखरेचा भरणा झाला तर तो मूत्रावाटे निघून जातो. येथेच शरीरातील किमया चांगली प्रत्ययास येते ती अशी. प्रस्तुत मर्यादेच्या वर साखरेचा भरणा झाल्यास या अधिक साखरेपासून मांसीर हे अविद्राव्य शार्करद्रव्य तयार होऊन यकृतात साठून राहते. साखर विद्राव्य आहे, पण मांसीर विद्राव्य नाही. म्हणून ते साठवणीस सोयीचे आहे. कामाचे वेळी ते खपते. त्यापासून द्राक्षजा उत्पन्न होऊन कारणी लागते. मग मांसात रक्तातली साखर घेतली जाते. रक्तातील द्राक्षजा खपेल तसतशी ती यकृतातील मांसीरापासून उत्पन्न होऊन रक्तात सामील होते. यकृतात मांसीराचा भरणा पुष्कळ असतो तोही खपल्यावर साखरेच्या उणीवेचे परिणाम भासतात. **एकाद्या दिवसाच्या कामाला पुरेल एवढा मांसीराचा साठा यकृतात होऊ शकतो.**

रक्तात शर्करेचा भरणा हजारी १·८ च्या वर झाला की ती मूत्रात निघून जाते. हाच मधुमेह होय. निकोप प्रकृती असताना शर्करेचा भरणा मूत्रात वाहून न जाता यकृतात मांसीराच्या रूपाने राहतो हा यकृताचा धर्म आहे काय? नाही असे उत्तर प्रयोगकारांना मिळालेले आहे. मग या नियमनाचे श्रेय कोणाकडे आहे? प्रपाचक, पिंडाकडे असे या प्रश्नाचे उत्तर मिळालेले आहे. हे उत्तर दोन रीतींनी मिळालेले आहे. एक गोष्ट अशी. काहीं जणांचा मधुमेह इतका असतो की थोडयाच दिवसात मूत्रातील शर्करेची निर्यात वाढत जाऊन एकाएकी मूर्च्छा येते आणि मृत्यूही येतो. अशा रोग्याची मरणोत्तर परीक्षा केल्यावर असे आढळते की, त्यांच्या प्रपाचकपिंडाचा विशिष्ट भाग बिघडलेला असतो. हा भाग स्रावी भागांच्यामधे त्यांनी वेढलेला असतो. म्हणून त्या भागांना द्वीपे म्हणतात. **शर्करानियमनाचे श्रेय** या द्वीपांकडे असते. या नियमनाविषयी दुसरे प्रत्यंतर असे की, ससा, उंदीर, कुत्रा, मांजर, अशा प्राण्याचा प्रपाचकपिंड काढून टाकला असताना त्यांना मधुमेह जडून ते मरतात.

प्राण्यांच्या बाबतीत प्रपाचक पिंडावर जे प्रयोग झाले आहेत त्यावरून या पिंडाच्या कार्याविषयी बराच उलगडा होऊ शकतो. प्रपाचक पिंडातून पाचकरस वाहणारा स्रोत आहे, तो स्रोत मधेच बंद करता येतो. असे केले असता स्राव आतड्यात जाऊ शकत नाही. तो कोंडला जातो. दोन चार दिवसात स्राव बंद होतो. इतकेच नव्हे तर स्रवणाच्या पिंडिका मरून जातात. इतके झाले तरी प्रपाचकपिंडामधे काही भाग जिवंत शिल्लक राहतो. अर्थात त्याचा संबंध रक्तवाहिन्याशी असतो तो चालू राहतो. या प्राण्याचे पचन मात्र बिघडते. शर्करानियमन बिघडत नाही. यावरून **शर्करानियमनाचे काम द्वीपभाग पार पाडीत असतो** असे सिद्ध होते. या द्वीपभागातून काही द्रव्य निघून रक्तवाहिन्यात जात असते असा साहजिकच तर्क होतो. या द्रव्यास द्वीपीन असे नाव दिले आहे. द्वीपीन वाहण्यास स्रोत नाही म्हणून त्यास स्राव न म्हणता **स्यंद**[1] म्हणावे असा संकेत केला आहे. त्यास अंतःस्राव म्हणतात. अंतस्रावाचेच नाव स्यंद. स्यंदामधे जी विशिष्ट द्रव्ये प्रभावी म्हणून आढळतात त्यांना **संधुक्षे**[2] असे म्हणावे. प्रपाचकस्यंदात मधुमेहप्रतिबंधक संधुक्ष असते ते **द्वीपीन**[3] होय.

1 Internal secretion. 2 Hormone. 3 Insulin.

मधुमेही माणसाच्या प्रपाचकपिंडातील द्वीपे बिघडलेली असतात. त्यात द्वीपीन उत्पन्न होत नाही. म्हणून ते रक्तात नसल्यामुळे शर्करेचे नियमन होत नाही. शर्करा मूत्रातून बाहेर पडते. मधुमेही माणसाला द्वीपीन हे औषध दिले असता

त्याच्या शरीरातील शर्करेचे नियमन सुधारते असा अनुभव येतो. सर्व पशूंच्या प्रपाचकातून द्वीपीन निघते. त्यातल्या त्यात शूकराच्या पिंडातील द्वीपीन मानवद्वीपीनाच्या सर्वाधिक सदृश असते. **द्वीपीन या मधुमेहविरोधी संधुक्षाबरोबर प्रपाचकाच्या अर्कात मधुमेहकारक संधुक्षही असते** त्यास **उपद्वीपीन**[1] असे नाव दिले आहे. द्वीपीनरेणूस दोन अमोदीनाम्लमाळा असतात. एक माला २१ अम्लघटांची असते आणि दुसरी ३० अम्लघटांची असते. दोन माला (सर, एक रांग) – S – S – दुव्यांनी दोन ठिकाणी जोडलेल्या असतात. त्यापैकी २१ अम्लांच्या मालेतही एक दुवा – S – S – असा असतो. जस्तासह द्वीपीनाचे रवे बनतात. उपद्वीपीन रेणू द्वीपीनापेक्षा लहान असतो. त्यात २९ अमोदीनाम्लघटा असतात. त्याचे रवे बनण्यास जस्त लागत नाही. प्रपाचक अर्कात द्वीपीनाच्या मानाने फारच थोडे उपद्वीपीन असते. जे असते त्याचा प्रभाव आरंभीच दिसून येतो तो लवकरच संपतो आणि मग द्वीपीनाचाच प्रभाव प्रकट होतो आणि बराच वेळपर्यंत टिकतोही.

1 Glucagon.

रक्तातील शर्करेचे नियमन करणे हे द्वीपीनाचे कार्य आहे असे येथवर आपण पाहिले आहे याखेरीज दुसरेही एक कार्य याच स्यंदाकडे असते ही गोष्ट मधुमेही लोकांच्या अवलोकनावरून समजून आलेली आहे. मधुमेही माणसांच्या मूत्रामधे साखर असते इतकेच नव्हे तर त्यात **अशीतो अशीतिक अम्ल**[1] आणि अशीतोन अशी द्रव्येही कधी कधी आढळतात. अशी द्रव्ये निकोप प्रकृतीच्या माणसात कधीही आढळत नाहीत. ही द्रव्ये ज्यांच्या मूत्रात आढळतात त्यांचा **मधुमेह** फारच **विकोपास गेलेला** असतो. लवकरच त्यांना मूर्च्छा येते आणि त्यातच त्यांचा अंत होतो. ही द्रव्ये शरीरातील ओषट द्रव्यांपासून उत्पन्न होतात. मधुमेही माणसाला शरीरातील शर्करा उपयोगी पडत नाही. तेव्हा **शर्करेच्या ऐवजी ओषटाचा उपयोग** शरीर करू पाहते. ते काही दिवस साधतेही, निरंतर साधते असे मात्र नाही. केव्हातरी ओषटाचा उपयोग करण्यामधेही उणीव उत्पन्न होते. ओषट काय किंवा शर्करा काय त्यापासून कौद्व CO_2 उत्पन्न होईल तर पाहिजे तशी शक्ती पदरात पडेल, नाही तर नाही. अशीतो अशीतिकाम्ल आणि अशीतोन ही अधली मधलीं द्रव्ये आहेत. द्वीपीनाच्या अभावी शर्करेचा तर नाहीच पण ओषटाचाही उपयोग शरीरास होत नाही. ओषटाचा योग्य उपयोग करणे हे द्वीपीनाचे दुसरे कार्य आहे, असे मानावे लागते.

अशीतो अशीतिक अम्ल आणि अशीतोन या द्रव्यांना विशिष्ट वास येतो. तो वास काही मधुमेही लोकांच्या मूत्राला येतोच पण श्वासालाही येतो. त्यावरून

ही द्रव्ये त्याच्या रक्तात वावरत असतात असे सिद्ध होते. मधुमेह कडेलोटास गेल्याचे हे चिन्ह आहे. मधुमेह हा विकार असा आहे की, आपल्या प्रकृतीत बिघाड झालेला आहे असे ज्याचे त्याच्या लक्षात लवकर येत नाही, आणि इतरांच्या तर नाहीच नाही. यावरून असे म्हणावे लागते की, द्वीपीनाच्या कमतरतेमुळे प्रथमतः तरी निदान मनुष्याच्या स्वभावात काही फरक पडत नाही.


1 CH_3COCH_3COOH.

सौम्य मधुमेहाने माणसाच्या **स्वभावात भेद** आढळत नाही तरी तीव्र मधुमेहाने पडतो असे म्हणावे लागते. माणसाचे वर्तन एरवी असते त्यापेक्षा विशेष निराळे झाल्याखेरीज त्याला काही आजार झाला आहे असे म्हणत नाहीत. शरीरात बाहेरून स्पष्टपणे दिसण्याजोगा भेद असला तरच त्याला काही आजार झाला आहे असे समजतात. परंतु आता दीर्घकालीन अनुभवावरून असे कळून आले आहे की शरीरातील बिघाड वरून दिसण्याजोगे नसतात. तथापि विशेष साधनांनी तपास केल्याने ते कळून येतात. अशा विकारांपैकीच मधुमेह हा विकार आहे.

माणसाच्या वर्तनातील किरकोळ भेद पाहण्याकडे कल कोणाचाही सहसा नसतो. मोठा भेद झाल्यावर त्याजकडे लक्ष देणे आसपासच्या माणसांना भागच पडते. त्यानंतर अंतर्गत विकार समजून घेण्याचा मार्ग मोकळा आहे. माणूस रोगी म्हणून स्पष्ट कळून येण्यापूर्वी त्याच्या **वर्तनात** जे **किरकोळ भेद** होतात तेदेखील त्याच्या शारीरिक विकाराचेच परिणाम असले पाहिजेत, असे धरून चालणे सयुक्तिक आहे. या गोष्टी नक्की समजून येण्याला मोठाच उद्योग करावा लागेल. प्रत्येकाने स्वतः सर्व वर्तनाचे टिपण ठेवले पाहिजे. किंवा आसपासच्या सर्वांच्या वर्तनाचे टिपण एकाद्याने ठेवले पाहिजे. मग त्याचे शारीरिक विकार जेव्हा स्पष्टपणे कळून येतील तेव्हा त्या विकारांची ही पूर्वलक्षणे होती असे म्हणता येईल. हा उद्योग मोठ्या सार्वत्रिक प्रमाणावर होणे जवळ जवळ अशक्य आहे. तोवर जी थोडी अवलोकने झाली आहेत तेवढ्यावरच विसंबून राहणे भाग आहे. उदाहरणादाखल दोन गोष्टी अशाः– **द्वीपीन** हे औषध निघाल्यापासून पुष्कळ मधुमेही लोकांना जीवदान मिळालेले आहे. मेहाची यत्ता किंवा तीव्रता कमी –अधिक असेल त्याप्रमाणे द्वीपीनाची मात्राही कमी अधिक असावी लागते. प्रपाचकाचा द्वीपभाग मुळीच नाहीसा झाला असला तर द्वीपीनाची मात्रा नेमकीच असावी लागते. परंतु द्वीपभाग किंचित शिल्लक असला तर द्वीपीन बाहेरून येईल ते घेऊन द्वीपभाग स्वतः त्यात लागेल ती भर घालू शकतो. याकरता अर्थात द्वीपीन देणे ते पूर्ण गरजेपेक्षा किंचित् कमीच द्यावे लागते. चिकित्सकाचा

प्रयत्न योग्य मात्राच देण्याचा असतो हे खरे, पण नेहमी ते साधतेच असे नाही. मात्रा कमी पडली तर काही साखर मूत्रावाटे निघून जाते. **मात्रा अधिक झाली तर परिणाम अधिक वाईट होतो.** रक्तात साखरेचा तुटवडा पडतो (हजार c.c. रक्तात ८० mg पेक्षा कमी) तुटवडयाच्या **तीव्रतेनुसार लक्षणे** उमटतात ती अशी:– (१) रक्तात साखरेची उणीव थोडीशीच असली म्हणजे आतुराला ठामपणा वाटेनासा होतो. अंग डळमळीत वाटते. चालण्याचा प्रयत्न करता पाय थोडेसे लटपटतात. डोळयापुढे देखावाही डळमळीत दिसू लागतो. एकाद्या वेळी दुहेरी देखावा दिसतो. त्यामुळे भांबावल्यासारखे होते. (२) साखरेची उणीव यापेक्षा अधिक असली म्हणजे आतुर एकाद्या मद्यपी माणसासारखा होतो. चालताना झुकांडे जातात. बोलणे चाचरते. भान अर्धवट राहते. कैक गोष्टींचा विसर पडतो. डोळे फिरतात. काही आतुर असेही असतात की, अशी लटपटीत अवस्था होण्यापूर्वी त्याचा जोर एकाएकी बेफाट वाढतो त्यांना आवरून धरण्यास चार चार प्रौढ माणसे पुरे पडत नाहीत. त्यांना बांधून ठेवणे भाग पडते. ही अवस्था सुद्धा मद्यप्याच्या पहिल्या बेफाट अवस्थेसारखीच असते. थोडया वेळाने ती ओसरते. (३) साखरेची उणीव अतिशय झाली म्हणजे आतुरास तहान अतिशय लागते. तहानेने तो अगदी व्याकुळ होतो. मग त्याची शुद्ध जाते. त्याला झटके येतात, किंवा आचके येतात. तो अगदी निपचीत पडतो. थोडया वेळाने तो मृत्युमुखी पडतो. द्वीपीन जेव्हा नुकतेच औषध म्हणून प्रचारात आले तेव्हा असे प्रसंग त्याच्या अतिमात्रतेमुळे घडले. हल्ली गोष्टी इतक्या थराला जात नाहीत. कारण द्वीपीनाच्या अतिरेकाचा हा परिणाम आता माहीत आहे. थोडी चिन्हे दिसू लागताच त्यावर **उतारा म्हणून द्राक्षजा** खाण्यास देतात.

अगदी थोडीशी **साखरेची उणीव** ज्यांच्या रक्तात असते त्यांच्या **स्वभावाचे वर्णन** मोट्राम नामक ग्रंथकाराने केले आहे ते असे. ज्यांच्या रक्तात साखरेची सतत थोडीशी उणीव असते अशा लोकांना जीवित हे एक ओझेच वाटते. कोणतीही गोष्ट करण्यास ते उत्सुक नसतात. थोडक्याशा अप्रिय गोष्टीने ते चिडतात. त्यांच्या भावना लवकर चेतवल्या जातात. साखरेचे पदार्थ आणि पुष्कळसे तौकीर असलेले बटाटयासारखे पदार्थ त्यांना अतिशय आवडतात. त्यामुळे त्यांचे देह स्थूल होतात आणि एकंदर मंदपणात भरच पडते. जेवणाआधी त्यांचा चिडखोरपणा विशेष असतो. म्हणून त्यावेळी त्यांच्याशी कोणतीही चर्चा न करणे हे त्यांच्या आप्तेष्टांचे धोरण असणे इष्ट असते. अशा स्वभावाच्या लोकात द्वीपीन हे संधुक्ष वाजवीपेक्षा अधिक मानाने रक्तात खेळत असले पाहिजे

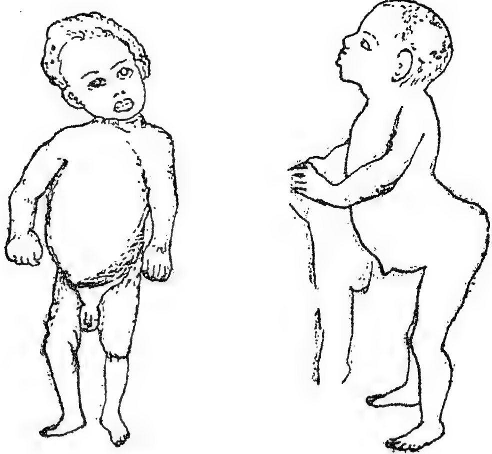
असा तर्क आहे. एक तर या लोकांच्या प्रपाचकपिंडात द्वीपभाग विशेष मोठा असतो किंवा मोठा नसला तरी त्यातून वाजवीपेक्षा अधिक स्यंद तरी निघत असतो.

एकाद्या माणसाच्या वर्तनात विशेष बिघाड झाला आणि त्याच्या शरीरातही विकार आढळला म्हणजे त्याला काही आजार झाला आहे असे आपण समजतो. परंतु असा काही आजार नसताना, आताच कमसाखर रक्त असलेल्या माणसाचे वर्णन केले त्या धरतीवर एकाद्याच्या **वर्तनात काही विशेष लकेर** कायमची असेल तर ती त्याच्या शरीराच्या रचनेतील काही विशेषामुळेच उत्पन्न झाली आहे असे म्हणावयास काय प्रत्यवाय आहे? शरीराच्या रचनेतील विशेष सापडेपर्यंत प्रत्यवाय आहे खराच. पण अशी एकादी विशेष रचना आहे की काय? या गोष्टीचा शोध करण्याची ही सूचना आहे, एवढेच समजून चालणे मात्र सयुक्तिकच समजले पाहिजे. अशा सूचनावरून नवे नवे प्रयोग करण्याची स्फूर्ती मिळते. प्रयोग केले, त्यावरून योग्य अनुमाने बांधली आणि पुनः अनुभवाच्या कसोटीला लावली म्हणजे खरे ज्ञान मिळत जाते. ज्ञान मिळविण्याच्या याच रीतीस शास्त्रीय रीत म्हणतात. द्वीपीनाचे ज्ञान अशारीतीने तीस चाळीस वर्षे उद्योग करून आधुनिकांनी मिळविले आहे. पचनाच्या इंद्रियांच्या वर्तनाचे अनेक चमत्कार या उद्योगाने अनुभवास आले आहेत. **द्वीपीन आणि उपद्वीपीन ही संयुक्षे वेगवेगळ्या पेशिकात उत्पन्न होतात.** द्वीपीन कोहोलात विरघळणारे आणि उपद्वीपीन पाण्यात विरघळणारे आहे.

देहातील किमयागारे

आपल्या कंठापाशी घंटिक परिघंटिक आणि उराच्या हाडा आड उरोधिष्ठ प्रपिंड असतात त्यांना किमयागारे म्हटले तर शोभेल अशी त्यांची कार्ये असतात. काही जणांचा **घंटिक प्रपिंड** बराच वाढतो. तेव्हा कंठावर जणू वशिंड उगवले आहे असा भास होतो. एकाद्याचा हा प्रपिंड नारळाएवढादेखील झालेला पाहण्यात आहे. प्रपिंड वाढलेला असला म्हणजे शरीरात काही सुधारणा झालेली असते असे नाही. उलट त्यात बिघाड झालेला असतो. आपल्याकडे हे विकार हिमालयाच्या उतारावर तराई प्रांतात राहण्याऱ्या लोकात कोठे कोठे दृष्टीस पडतात. इतरत्र या विकारांचा प्रादुर्भाव फार थोडा असतो. लक्षावधी मुलात एकादे मूल असे जन्मास येते की त्याला हा प्रपिंड मुळीच नसतो किंवा अगदीच थोडा असतो. असल्या मुलांचे शरीर वाढत नाही. ती खुरटीच राहतात. इतकेच नव्हे तर त्यांची बुद्धीही शून्यप्रायच असते. अशा दोन मुलांची चित्रे शेजारी दिली आहेत. त्यातला

दुसरा मुलगा १५ वर्षांचा आहे. तो दोन वर्षाच्या मुलासारखा दिसत आहे. कधी कधी असे घडते की, मनुष्य प्रौढ झाल्यानंतर त्याचा घंटिक प्रपिंड निकामी होतो. अशा माणसाचे अंग बोजड होते आणि त्याची कांती मेणचट दिसते प्रथमदर्शनी तर असे वाटते की, त्याच्या गात्रामधे पाणी साठले असावे. वस्तुतः तसे नसते. गात्रांचीच खरी पण निरुपयोगी वाढ झालेली असते. ही झाली शरीराची स्थिती. आता मनाची स्थिती पाहिली तर तीही खालावलेलीच आढळते. स्मृती, बुद्धी, प्रज्ञा यांचा ऱ्हास झालेला असतो.



आ० ५८·२ दोन खुजी मुले.

उपधी, धी किंवा **बुद्धी,** आणि **प्रज्ञा**, यातील भेद लक्षात ठेवण्याजोगा आहे. उपजत बुद्धी म्हणजेच उपधी. ती कोणासही शिकवावी लागत नाही. मूल पालथे वळते, बसते, चालू लागते, हे सर्व उपधीने घडते. मूल दुसऱ्याचे ऐकून भाषा शिकते, चालीरीती शिकते ते सर्व बुद्धीने. त्यानंतर प्रौढ झाल्यावर आपल्या स्वतःच्या विचाराने मनुष्य काही नवीन गोष्टी करतो त्या सर्व प्रज्ञाकृत असतात. सर्व प्राण्यांना **उपधी** असते. क्षुद्र प्राण्यांचे उदाहरणार्थ कीटकांचे सर्व व्यवहार उपधीकृत असतात. घोडा, कुत्रा, बैल, या पशूंना थोडेसे शिक्षण देता येते, कारण त्यास थोडीशी बुद्धी असते. प्रज्ञा ही गोष्ट मात्र केवळ माणसातच असते.

शरीरघटकांच्या कार्यांचा तपास करण्याकरता जेव्हा मत्स्यकत्स्यादिकावर[१] प्रयोग करण्याची प्रथा सुरू झाली तेव्हा काही जणांनी बेडकाच्या पिलवाचे **घंटिकप्रपिंड काढून टाकून काय होते** ते पाहिले तेव्हा त्यांची वाढ खुंटते असे आढळून आले. बेडकांची पिलवे मत्स्यासारखी असतात. त्यांना पाय नसतात. ते नंतर उत्पन्न व्हावयाचे असतात. घंटिक प्रपिंड काढून टाकल्यानंतर ही वाढ होत नाही. ससा, उंदीर, कुत्रे, मांजर, यावर देखील असे प्रयोग केले गेले तेव्हा त्यांची

वाढ खुंटणे हाच परिणाम दिसून आला. प्रौढपणा आल्यावर घंटिकप्रपिंड काढून टाकण्याचे प्रयोग करून पाहिलेले आहेत. अशामुळे ते प्राणी मेणचट, बोजड आणि मठ्ठ होतात असे आढळून आले आहे.

1 Fish & reptiles.

प्रपाचकपिंडाला त्यातील पाचकरस वाहण्याला स्रोत आहे. घंटिकप्रपिंडाला असा स्रोत नाही. म्हणून या प्रपिंडास स्रोतोहीन प्रपिंड म्हणतात. या प्रपिंडाला रक्तवाहिन्या आणि लिफवाहिन्याही असतात. रक्त व लिफ यामधे या प्रपिंडातून निघणारे द्रव्य सामील होत असले पाहिजे, असे वरील प्रयोगावरून सूचित होते. गाय, शेळी, मेंढी, यांच्या **घंटिकप्रपिंडाचा अर्क** काढता येतो. तो तोंडावाटे **औषध** म्हणून दिला असता या प्रपिंडाच्या विकारामुळे होणारे आजार सांगितले ते नाहीसे होतात. मुलांची वाढ खुरटलेली असली तर ती नीटपणे चालू होते. प्रौढांच्या अंगी बोजडपणा आला असेल तो जातो. बाल व प्रौढ दोघांचेही बुद्धिमांद्य नाहीसे होते. अल्पघंटिक मुले पाहण्यात आलेली आहेत त्यांचे हात पाय लेवाडे असून पोट ढेंबरे असलेले आणि बेंबीत आतडे उतरलेले अशा स्थितीत ती आढळलेली आहेत.

एका बाईचे उदाहरण फार प्रसिद्ध आहे. या बाईला हा आजार मोठेपणीच जडला. ती ६५ व्या वर्षी औषध घेऊ लागली तेव्हाचे चित्र आणि औषध–घंटिकार्क–सतत दोन वर्षे घेतल्यानंतरचे चित्र अशी दोन चित्रे शेजारी दिली आहेत.



आ० ५८·३ बाई स्यंद घेण्यापूर्वी आणि नंतर

त्यावरून तिचा कायापालट दिसून येत आहे. अशा लोकांना हे औषध सतत आमरण घ्यावे लागते. प्रस्तुत चित्रात दाखविलेली बाई ९५ वर्षे वयापर्यंत होती. घंटिकात पुनरुज्जीवन संभवते असे दिसत नाही.

काही लोक असे पाहण्यात आहेत की त्यांना **थंडी सहन होत नाही.** इतकेच नव्हे तर सामान्य हवादेखील त्यांना सहन होत नाही. इतर लोक हाश् हुश् करीत पंख्याने वारा घेत असताना हे लोक अंगावर कपडे घालून दारे खिडक्या लावून घेऊन घरात बसतात. इतर लोक थंडी थंडी करून कपडे घालतात तेव्हा या लोकांना अंग कपड्यांनी गुरफटूनही जवळ शेगडी ठेवावी लागते. असे लोक बुद्धीने मागस असतात. त्यांचा **घंटिक-स्यंद कमी** असतो. अशा लोकांना घंटिक अर्क घेत राहिल्याने प्रकृतीत सुधारणा आढळते. त्यांना थंडी सोसण्याचे सामर्थ्य येते. त्यांना अधिक उद्योग करावा असे वाटते आणि करता येतोही. सर्वांत महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे पाठांतर करणे, हिशोब करणे, इत्यादी बुद्धिसामर्थ्याच्या गोष्टी पूर्वी साधत नसत त्या आता साधतात. त्यांचा आत्मविश्वास धैर्य व उत्साह यांत वाढ होते.

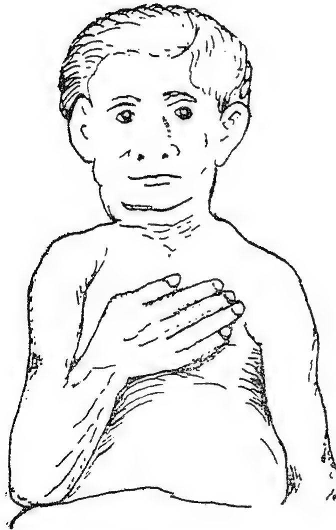
आताच ज्यांचे वर्णन केले त्याच्या उलट **चपल प्रकृतीचे लोक** क्वचित आढळतात. त्यांना थंडीचे काही वाटत नाही. इतर लोक खिडक्यादारे लावून बसतात तेव्हा त्यांना खिडक्या उघड्या टाकल्यावाचून चैन पडत नाही. ते रात्रीच्या रात्री जागरणे करूनही दिवसा कामाला तयार असतात. इतकेच नव्हे तर पहाटे उठून काम करण्यासाठी त्यांची तयारी असते. अशा लोकांपैकी काहींचे डोळे बटबटीत असतात. ते उघडे असले म्हणजे वटारल्यासारखे दिसतात. त्यांच्या शरीराचे तपमान निकोप प्रकृतीच्या साधारण माणसापेक्षा थोडेसे वरचढ असते. म्हणजे त्यांना सतत ताप भरलेला असतो, असे म्हटले तरी चालेल. त्यांचे बोलणे तडफदार असते. ते सदासर्वदा या नाही त्या कामाचे संकल्प करीत असतात आणि ते पार पाडण्याकरता धडपडत असतात. त्यांचे खाणेपिणे भरपूर असते तरी ते त्यांच्या अंगी पुरतेपणी लागत नाही. या माणसांच्या अंगात **घंटिकस्यंदाचा संचार** वाजवीपेक्षा **अधिक** होत असतो असा तर्क आहे.



आ० ५८·४ बाई ग्रीवागंड.

काही लोक असे असतात की त्यांचे वर्तन आता सांगितले तसे असते. ते हळूहळू भलत्या थराला जाते. ते अस्वस्थ असतात इतकेच नव्हे तर **चिडखोर** बनतात. त्यांना थोडकेसे सुद्धा हिणवणे सोसत नाही. ते लवकरच बेफाम होतात. परिस्थिती अनावर दिसली तर ते गोंधळून जातात; नसलेल्या गोष्टी त्यांना आहेतशा वाटतात. ते असलेल्या गोष्टींचा भलताच अर्थ लावतात. होता होता त्यांना वेड लागते. **घंटिकस्यंद अधिक** झाल्याची ही लक्षणे होत. हे प्रपिंड अंशतः काढून टाकल्याने ती शमतात.

घंटिकाचा अर्क आज औषध म्हणून वापरण्याची चाल आहे. ती रूढ होण्यापूर्वी या औषधांचे प्रयोग कुत्री मांजरे इत्यादी प्राण्यावर करून पाहिले ते ध्यानात ठेवण्यासारखे आहेत. प्राण्यांच्या शरीरातील घंटिकपिंड प्रथम काढून टाकावयाचा. त्यायोगे होणाऱ्या विकृती स्पष्ट झाल्या म्हणजे त्यांच्या शरीरात दुसऱ्या प्राण्यांचा घटिकप्रपिंड रोवावयाचा असे केल्याने तो प्राणी पहिल्यासारखा निकोप होतो असे आढळते. प्रपिंड रोवण्याऐवजी प्रपिंडाचा अर्क खावयास दिल्यानेही इष्ट परिणाम दिसून येतो. असा इष्ट परिणाम घडून आल्यानंतर त्याच प्राण्याला **अधिक अर्क** द्यावयाचा आणि परिणाम पहावयाचा, असे केले असता **दुष्परिणाम** दिसून येतात. तसेच दुष्परिणाम माणसात दिसून येतात तेव्हा ते त्या स्यंदाच्या आधिक्याने उत्पन्न झालेले असतात असे सहजच अनुमान निघते. बालपणी वृद्धकळा येणे हे त्यातील एक लक्षण आहे.



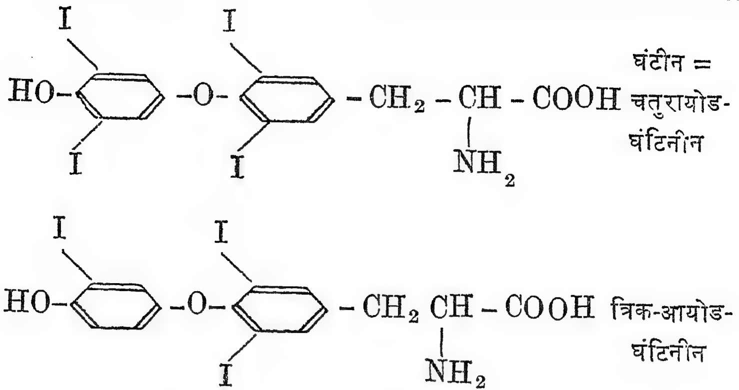
आ० ५८·५ बाई ग्रीवागंड

आरंभीच सांगितले की हिमालयाच्या उतारावर राहणाऱ्या लोकात घंटिक प्रपिंड वाढण्याचा विकार पुष्कळ आढळतो, या वाढीने आतुरांच्या शरीरात अधिक स्यंद खेळत असतो असे नाही. उलट शरीरात त्या **स्यंदाची थोडीशी उणीवच** असते. त्यामुळे त्यांना थोडासा मंदपणा आलेला असतो. अशा लोकांना सामुद्र किंवा पालाश धातूचे आयोडद लवण दिले असता ताबडतोब सुधारणा होते. मंदपणा जातो, तरतरी येते, घंटिकाची फुगवटी ओसरते. एकाद्या विशिष्ट टापूत राहणाऱ्या

लोकांनाच हा विकार होतो. यावरून तेथील अन्नपाण्यात **आयोडद्रव्याची उणीव** असते असे अनुमान निघते. जेथे हा विकार नाही तेथील निकोप माणसांचे अन्नपाणी तपासले असता त्यात अल्पमानाने आयोडद लवण असते, असे आढळून येते. तितके आयोडदलवण डोंगराळ प्रदेशातल्या अन्नपाण्यात नसते. सामुद्र-आयोडद पाण्यात विरघळणारे आहे. डोंगराळ भूमीत ते असले तरी वरचेवर ते तेथून पाण्याने धुवून समुद्राकडे जात असते. त्यामुळे समुद्रात त्याचा भरणा वाढत जातो आणि भूमीत कमी पडत जातो. समुद्रावरून वाऱ्याबरोबर जे तुषार भूमीवर जातात त्यांच्या द्वारा ते भूमीकडे जाईल तेवढे जाईल. समुद्रात राहणाऱ्या काही मत्स्यामध्ये ते विशेषेकरून आढळते. मत्स्य हे ज्यांचे अन्न आहे अशा लोकांच्या शरीरांच्या द्वारा ते भूमीकडे जाते. सामान्यतः सर्वच लोक समुद्रातून काढलेले मीठ अन्नाबरोबर घेतात तेव्हा अशारीतीनेही आयोडद लवण भूमीकडे जात असते. असे असले तरी ते समुद्रात येते तितके परत भूमीकडे जात नाही, असे म्हणावे लागते.

युरोप-अमेरिकेतील डोंगराळ प्रदेशात हा विकार काही वर्षापूर्वी आढळे. तेथील पाणीपुरवठ्याच्या आरंभी योग्य मानाने आयोडदलवणाचा भरणा करण्याची चाल आहे. या पद्धतीचा परिणाम असा झाला आहे की, त्या प्रदेशात हा विकार आता दृष्टीस पडत नाही. आपल्या शरीरात आयोडदलवण असते ते फारच थोडे असते. त्याचा बहुतेक भरणा घंटिकप्रपिंडातच असतो. **आयोडदलवण रक्तात भरले असता पाच मिनिटांच्या आत ते घंटिक प्रपिंडात जाऊन राहते.** घंटिकप्रपिंडात प्रोतीन असते ते पिंडूर[1] स्वरूपाचे असते. जलसंभेदाने त्यापासून द्रव्य निघते त्याला घंटीन[2] असे नाव दिले आहे. रसायनदृष्ट्या ते चतुः– आयोड– घंटिनीन असते. घंटिकप्रपिंडात आयोडदलवणापासून आयोड वेगळे होऊन दधीनामोदीनाम्लात प्रवेश करते. असे दोन रेणू मिळून घंटिनीत तयार होते. त्यात तीन आयोडाचे अणू राहतात किंवा चार राहतात. त्यामुळे घंटिकप्रपिंडात चतुरायोडघंटिनीन[3] हे एक आणि त्रिक-आयोडघंटिनीन[4] हे दुसरे अशी दोन संधुक्षे राहतात. या प्रपिंडात कलिलद्रव्याचा भरणा बराच असतो. त्यात ही दोन द्रव्ये संमिश्र असतात. एका वितंचकाच्या योगाने घंट-पिंडूराच्या रेणूचा भंग होऊन ही दोन द्रव्ये मोकळी होतात. रक्तपिलसात दोन प्रोतीनद्रव्यांशी ही संधुक्षे संयुक्त असतात. रक्तात एकंदर ११ cc. त ५ ते १० μg आयोड असते त्यातील ४ ते ८ μg प्रोतीनसंयुक्त असते. बाकीचे आयोड धातुसंयुक्त असते.

1 Globulin. 2 Thyroxin. 3 Tetraiodothyronine.
4 Triodothyronine.



माणसाच्या शरीरातील निकोप घंटिक प्रपिंडाचे वजन सुमारे २५ ग्रा असते. या प्रपिंडांना लागून मागे किंवा त्यात गुंतलेले असे चार बारीकसे प्रपिं सापडतात. त्याचे एकूण वजन सुमारे ०·१२ ग्राम असते. या प्रपिंडाचे का घंटिक प्रपिंडाच्यापेक्षा फार निराळे असते. घंटिक प्रपिंड बिघडले असता प्रकृत बिघडते खरी, पण विशेष बिघाड तावडतोब कळून येत नाही. पूर्णपणे घंटिव प्रपिंड काढल्यावर सुद्धा प्राणी काही दिवस जगू शकतो. तसे या प्रपिंडांचे नाही हे प्रपिंड काढल्यावर एकाद दुसऱ्या दिवसातच मृत्यू येतो. हे प्रपिंड फार लहान असतात. त्यामुळे घंटिक प्रपिंड काढताना न कळत हे प्रपिंड त्यातच गुरफटून काढले गेले, असे कैक वेळा घडले आहे. प्रथमतः हे प्रपिंड घंटिकाहून वेगळे काय करणारे म्हणून ओळखू आले नाहीत. ओळखू आले तेव्हा त्यास वेगळे नाव मिळाले आपण त्यास **परिघंटिक** म्हटले आहे.

परिघंटिक प्रपिंड नाहीसे झाले असता शरीरात जी उणीव उत्पन्न होते त दोन रीतींनी भरून काढता येते. एक रीत अशी की दुसऱ्या एकाद्या प्राण्याचे परिघंटिक काढून घेऊन ते उणीव असलेल्या प्राण्याच्या शरीरात रोवावयाचे परिघंटिक प्रपिंडाना स्रोत नसतो. त्यातून काही स्राव उत्पन्न होऊन कोठे जाव याचा नसतो. त्यात स्यंद उत्पन्न होऊन रक्तात जावयाचा असतो. एकाचा परि घंटिक दुसऱ्याच्या शरीरात कातडीखाली कोठेही रोवला असता नव्या शरीरात नव्या रक्तवाहिन्या उगवतात. त्या प्रपिंडाशी जुळतात आणि त्यातील स्यंद घेऊन इतरत्र पोचवितात. असे रोपण न करताही उणीव भरून काढता येते. दुसऱ्या प्राण्यांचे परिघंटिक काढून घेऊन त्यांचा अर्क काढावयाचा आणि तो पिचकारीने टोचून द्यावयाचा. असे टोचणे रोज एकाद दुसरे करावे लागते. ही गोष्ट मात्र

जिकिरीची आहे. वंटिक प्रपिंडाचा अर्क तोंडावाटे घेण्याजोगा असतो. तो पोटात गेल्याने काही बिघडत नाही. पण परिघंटिकाचा अर्क पोटात गेल्याने बिघडतो. म्हणून तो टोचून त्वचेखाली घालणे अवश्य असते. तथापि परिघंटिक प्रपिंडाचा आकार अगदी लहान असल्यामुळे ते रोपण करून शरीरात बसवणे सोपे व सोयीचे असते. NaCl, KCl, $MgCl_2$, $CaCl_2$ ही चार लवणे रक्तलवणात प्रमुख आहेत. या चारीचे यथाप्रमाण विद्रव केले असता त्याने एकाद्याला मृत्यु-मुखातून परतविता येते. म्हणून त्यास संजीवन विद्रव म्हणणे योग्य आहे. **संजीवन लवणांपैकी खटलवणाचे नियमन परिघंटिकाच्या स्यंदाने घडून येते.**

आपले हृदय नेमाने संकोचविस्तार पावते. संकोच घडवून आणण्याचे श्रेय अंशतः खटलवणाचे आहे. हे लवण रक्तात लाखात ८ ते १० या मर्यादेत असते. यापेक्षा ते कमीअधिक झाले असता अपाय होतो. असा अनुभव येतो. विद्राव्य खटलवणातील खटधातूपासून अविद्राव्य खटलवणे तयार होऊन हाडांचा कठीण भाग तयार होतो. खटलवणे रक्तात कमी पडली असता ती हाडातून उत्पन्न होऊन रक्तात येतात. पण त्यामुळे हाडे मऊ होतात. **खटलवणे अधिक असून हाडात नको इतकी विपुल असली तर ती मूत्रावाटे बाहेर पडतात. अशी व्यवस्था होण्याकरता स्यंदाचा उपयोग होतो** असे म्हणावे लागते. कारण हे पिंड बिघडले असता किंवा काढून टाकले असता ही व्यवस्था बिघडते. खटलवणांची कमतरता विशेष झाली म्हणजे आतुराचे डोके दुखते, त्याच्या हातापायास चमका येतात. नंतर सर्वांगास शिणका येतात. नंतर कोपरापासून बोटापर्यंत मांसामध्ये पेटके येतात. कधी कधी असेच पेटके छातीत येऊन मृत्यू ओढवतो. खटलवणांचे आधिक्य अतिशय झाले असता प्रथमतः मुतखडे होऊ लागतात, मग हृदयास अपाय होतो. संकोचामागून विस्तार व्हावे तसे होत नाहीत. म्हणून मृत्यूच येतो.

रक्तातील खटलवणांच्या प्रमाणात विशेष कमीपणा किंवा अधिकपणा असला म्हणजे काय होते ते आताच पाहिले. इतक्या थराला गोष्टी जाण्यापूर्वी, किंवा कधीच न जाता थोडकेच ऊनाधिक्य असले तर त्या माणसाला सहसा आजारी म्हणत नाहीत. तथापि त्याच्या वर्तनातला म्हणा किंवा स्वभावातला म्हणा जो काही दोष आपण समजू तो परिघंटिकस्यंददोषामुळेच आहे, असे दिसून येते. कारण परिघंटिक स्यंदाचा उपयोग औषध म्हणून केल्याने अशा माणसाचा स्वभाव सुधारतो, असे अनुभवास येते. काही मुले चिडचिडी असतात, थोडक्या कारणांनी ती रागावतात, चिडतात. दुसऱ्या मुलांशी त्यांचे सूत कधीच जमत नाही. काही मोठाली माणसे सुद्धा अगदी **रागीट** आणि **रडकी** असतात. **अशा लोकांचा स्वभाव परिघंटिक अर्क औषध म्हणून दिल्याने सुधारला** अशी उदाहरणे घडली आहेत.

परिघंटिक प्रपिंडातील संधुक्ष प्रोतीन असते. त्याचा रेणवभार ९५०० असतो. त्याच्या रेणूत अमोदीनाम्लांची माळका असते तिच्या अंती अंशुकामोदीनाम्ल असते. त्यात गंजरसीनाम्ल नसते. या **संधुक्षाच्या योगाने Ca रेणुदलांचे नियमन** होते. आहारात ही रेणुदले विपुल असतात. त्यांचे परिमाण बरेच बदलते असते. तरी रक्तात ही चलबिचल अगदी थोडकीशीच असते. या नियमनाचे श्रेय प्रस्तुत संधुक्षाकडे आहे. या संधुक्षाचा बाहेरून भरणा शरीरात केला असता (१) रंसातील Ca संहती वाढते आणि रंसातील P संहती कमी होते. (२) मूत्रद्वारा Ca व P यांचे उत्सर्जन वाढते. (३) अस्थिगत Ca कमी होते.

एकाद्या हाडावर बाहेरील परिघंटिक आणून रोवले असता ते हाड झिजते असे आढळते. स्थिरोल जीवातु द्रव्याने खटलवणांचे नियमन होते असे पूर्वी (पृ० २१२) सांगितले आहे. परिघंटिक संधुक्ष आणि स्थिरोल जीवातु यांचा काही संबंध आहे की नाही, याविषयी नेमकी माहिती नाही. दोहोंच्या अतियोगाने रक्तात खटलवणांना भरती येते एवढे पाहण्यात आहे. जीवातुद्रव्याने खटलवणाचे उत्सर्जन आवरले जाते, त्यामुळे त्याची भरती रक्तात राहते; आणि परिघंटिक संधुक्षामुळे खटलवणे अस्थिगात्रातून रक्तात येतात, असा या दोहोंच्या क्रियात फरक असणे संभवनीय आहे. Ca आणि P ही मूलद्रव्ये परस्परांचे नियमन करीत असतील हेही संभवनीय आहे. या गोष्टी अद्याप गूढच आहेत.

उरोधिष्ट प्रपिंड

हा प्रपिंड वयाच्या पहिल्या दुसऱ्या वर्षी बराच वाढतो. नंतर त्याची वाढ अमळ कमी होते. मनुष्य वयात येताना या प्रपिंडाची वाढ खुंटते आणि नंतर तो खचू लागतो. स्त्रियामध्ये गर्भारपणात तो विशेष खचतो. प्रौढ वयात त्याचा एक तुटपुंजा अवशेष मात्र शिल्लक राहतो. या प्रपिंडाला स्राव नसतो की स्रोत नसतो. त्यातून स्यंद रक्तात जात असावा असा तर्क आहे. अद्यापि त्याचे सम्यक् ज्ञान झालेले नाही. बैल खच्ची केला असता त्याचा उरोधिष्ट पिंड खचण्याचे थांबते. त्यावरून **लैंगिक गुण थंडावणे हा त्याचा धर्म असावा** असा तर्क आहे. लैंगिक गुण आणणारे सर्गप्रपिंड जन्मतःच सिद्ध असतात. तरी त्यांचे विशिष्टगुण पंधरा-वीसवर्षे थांबून राहतात ते या उरोधिष्ट प्रपिंडाच्या लगामामुळे असे वाटते. या गोष्टीचा व्हावा तसा निर्णायक तपास अद्यापि झालेला नाही. घंटिक आणि परिघंटिक प्रपिंड ही आपल्या शरीरातील जणू किमयागारे आहेत. त्यांच्यामुळे पुष्कळ अंशी मानवी स्वभाव बनलेला असतो, असे निर्विवादपणे सिद्ध झाले आहे. उरोधिष्ट पिंडाचीही गोष्ट तशीच असावी असा तर्क आहे.

प्रकरण ५९

मेंदूखाली सिंधू

मेंदूच्या खाली मूर्धन्यास्थीच्या खळग्यात पिहित म्हणून जो प्रपिंड आहे त्यातून स्यंद निघतो त्यात अनेक संधुक्षे असतात. त्यांच्या योगाने इतर स्यंदोत्पादक प्रपिंडावरही परिणाम होतो. म्हणून या प्रपिंडास संधुक्षांचा सिंधू म्हटले आहे. त्यालाच स्यंदकेश्वर[1] असेही म्हणतात. त्याचे वजन अवघे ०.७ ग्रामाच्या सुमारात असते तरी प्रभाव फार मोठा असतो. **पिहितप्रपिंडाच्या प्राक् भागातून अनेक संधुक्षे निघतात** ती शार्करप्रोतीन स्वरूपाची असतात. त्यात संयुक्त असलेले शार्करद्रव्य द्राक्षजा हे असते. या द्रव्यांच्या योगाने सर्गेंद्रियांचे व्यापार सुरळीत चालण्यास प्रेरणा मिळते. म्हणून त्यास सर्गसंतर्पक[2] म्हणतात. त्यात द्राक्षजा–अमोदीन आणि मन्नोज यांचा घटक म्हणून समावेश असतो. सर्गसंतर्पकांपैकी एकाने स्त्रियात अंडुकीतील कुटीरास प्रेरणा मिळते आणि पुरुषात रेतुकांच्या निर्मितीस प्रेरणा मिळते अनुक्रमे अंडुके व रेतुके परिणत होण्याच्या मार्गास लागतात. दुसऱ्या संधुक्षाने कुटीरातून अंडुक निघून गेल्यावर पीतग्रंथी तयार होण्यास प्रेरणा मिळते. स्त्रियात पीतग्रंथीतून रजसोननामक[3] संधुक्ष उत्पन्न होते. पुरुषात दुसऱ्या सर्गसंतर्पकाच्या योगाने मुष्कात पुंस्कर संधुक्षे निर्माण होतात. बालांना हे संधुक्ष मिळाले असता अकाली कामविकार उद्भवतात.

1 Master endocrine gland. 2 Gonadotropic.

3 Progesterone

सर्गसंतर्पक संधुक्षांखेरीज पिहिताच्या प्राक्भागातून घंटिकसंतर्पक[1] आणि अधिवृक्ककवचसंतर्पक[2] संधुक्षे निर्माण होतात. अ. क. त. संधुक्ष[2] हे एक बहुप्रोतव्य द्रव्य असते. त्यात २३ अमोदीनाम्ले संयुक्त असतात. त्याचा रेणवभार ३२०० असतो. बहुप्रोतव्य कृत्रिम द्रव्यात त्याचा रेणू महत्तम आहे. या संधुक्षाचे परिणाम असे : (१) N, K, P यांचा उत्सर्ग वाढतो. (२) Na, Cl, H_2O यांचा संग्रह होतो. (३) उपाशी असताना रक्तातील द्राक्षजामान वाढते. (४) मूत्रिकाम्लाचा उत्सर्ग वाढतो. (५) अभिसरणातील खंडितप्रकल श्वेतपेशिकामान वाढते. परंतु अम्लाद पेशिकामान कमी होते. त्याचप्रमाणे अखंडप्रकल पेशिकामान कमी होते. रक्तात होणारा हा द्राक्षजाशर्करेचा भरणा संकटसमयी हालचाली करण्यास

उपयोगी पडणारा आहे. त्याचप्रमाणे पेशिकामधे होणारा भेदही तसाच उपयो
असतो. हे बदल अधिवृक्क-द्वारा घडून येणारे आहेत तरी त्यास प्रथम प्रे
पिहिताकडून मिळते. पिहितात तरी ती कशी उत्पन्न होते ? या प्रश्नाचे उ
असे मिळते की, पिहिताचा रक्तसंबंध थेटजवळच्या जवळ मेंदूशी असतो. **मेंदूत**
अवस्थलीत उत्पन्न होणारी **मलद्रव्ये पिहितात** उतरतात. तेथे **अधिवृक्कसंत**
संधुक्ष तयार होते. ही मलद्रव्ये मानसिक ताण, शीत वातावरण आणि साक्ष
आघात यांनी उत्पन्न होऊ शकतात. परिणामी **अधिवृक्कसंधुक्षाची उत्प**
आपत्तीविरुद्ध काम करते.

1 Thyrotropic. 2 Adrenocorticotropic. A C T

पिहितप्रपिंडाच्या छत्राखाली सर्वच स्यंदकारी प्रपिंड येतात. त्या
अधिवृक्काचा संबंध आताच पाहिला, त्याचेच अधिक परीक्षण आता केले पा
वृक्क ज्यातून उत्पन्न होतात त्याच मध्यचर्मिके[1]तून अधिवृक्काचे कवच[2] उद्भ
परंतु त्यातील गीर्णभाग[3], कारुणिक व्यूह ज्यातून उद्भवतो त्याच क्रोमस
गात्रातून उद्भवतो. या दोन भागातून वेगवेगळे स्यंद निघतात. कवचात
सालीत म्हणा सर्गोत्तेजक संधुक्ष उत्पन्न होते. तथापि सर्गोत्तेजनाशिवाय
काही कार्य नसते असे नाही. कवच भाग काढून टाकल्याने सर्गव्यापार बिघड
एवढेच नव्हे तर दुसराही बिघाड होतो. डावा उजवा असे दोनही **कवच**
काढले म्हणजे थोड्याच दिवसात मृत्यू येतो. जी नत्रसंयुगे मूत्रावाटे जावी
तशीच शरीरात राहतात आणि शरीरात रहावे ते **सामुद्रलवण अतिशय**
निघून जाते. तसेच पाणीही अतिरेकानेच शरीराबाहेर पडते. त्यामुळे रक्त
घटना पार बदलते आणि मृत्यू येतो. 1 Mesoderm. 2 Corte

3 Medulla. (गीर), 4 Chromaffin. क्रोमधातूच्या लवण
यातील गात्रद्रव्याचा संयोग हो ो. त्यावरून हे नाव पडले आहे.

अधिवृक्ककवचात पुष्कळ संधुक्षे असतात. कवचाचा अर्क काढला अ
त्यात हे सर्व स्यंद येतात, एकाद्या प्राण्याचे अधिवृक्क प्रपिंड काढून टाक
त्याला आजार होतो तो हा अर्क टोचून शरीरात भरल्याने बरा होतो. या अ
बरोबर मीठ मात्र भरपूर देण्याची व्यवस्था करावी लागते. आहारामधे **मि**
महत्त्व किती आहे हे पुढील अनुभवावरून समजण्यासारखे आहे. आहारात
वर्ज केले आणि काम मात्र अंगातून घामाच्या धारा निघण्याइतके केले तर
एक दिवसात असे काम करण्याचे सामर्थ्य नाहीसे होते. पहिला तरतरीत
मान मनुष्य बावळट होऊन जातो. मिठाचा समावेश आहारात केल्या

परिणाम चार दिवसात नाहीसा होतो. आहारात मीठ कमी पडले असता हाता-पायांनी काम करण्याचे सामर्थ्य कमी होते ; इतकेच नव्हे तर पौरुषही कमी होते, अधिवृक्क बिघडतात.

रेतुक किंवा अंदुक यांचे उत्पादन याखेरीज पौरुष किंवा स्त्रीत्व यांची गौणलक्षणे आहेत. एकंदर शरीराचा घाट, पुरुषी आवाज, मुखवटयावर उमटणारे केस ही त्यांपैकी पुरुषलक्षणे होत. काही माणसे अशी आढळतात की, वस्तुतः पुरुष असून एकादे गौण लक्षण स्त्रीचे किंवा वस्तुतः स्त्री असून एकादे गौण लक्षण पुरुषाचे. स्त्रीपुरुषत्वाची गौण लक्षणे चवदा ते सोळा वर्षांच्या वयात स्पष्ट व्हावीत असा नियम आहे, पण काही व्यक्तीत ती उशिरा उमटतात, कमी उमटतात किंवा मुळीच उमटत नाहीत. जेव्हा ती विशेष कमी उमटतात तेव्हा त्या व्यक्तीच्या लिंगभावनाही अगदी पुसट असतात किंवा नसतातही. याच्या उलट काही व्यक्तीमधे ही लक्षणे आणि तदनुसार मनोभावना योग्य काळाच्या आतच प्रकट होतात आणि अतिरेकाला जातात. या सर्व विकृतींचे कारण **अधिवृक्कातील विकृती** हे असते, असे अनेकवार आढळून आले आहे.

एक प्रौढ कुमारी रुग्णालयात येऊन आपणास पोटदुखी आहे असे सांगू लागली. तपासणीत स्पष्ट विकृती कोणत्या इंद्रियात आहे ते कळेना. अधिवृक्कात असावी अशी शंका आली. म्हणून विशेष बिघाड झाल्यास पुनः येण्यास सांगून तिला रजा दिली. काही महिन्यानंतर ती रुग्णालयात परत आली. त्यावेळी तिचा आवाज पुरुषी झालेला असून गालावर केसही उगवलेले होते. पोट चाचपल्याने समजले की तिच्या पोटात टेंगूळ उगवले आहे. शसन करून पाहता खरेच **टेंगूळ असून या टेंगुळात अधिवृक्ककवचाचे गात्र** आढळून आले. ते टेंगूळ काढून टाकण्यात आले. त्यानंतर थोड्याच दिवसांनी तिची पुरुषलक्षणे नाहीशी झाली. दाढी गळाली, आवाज उंचावला.

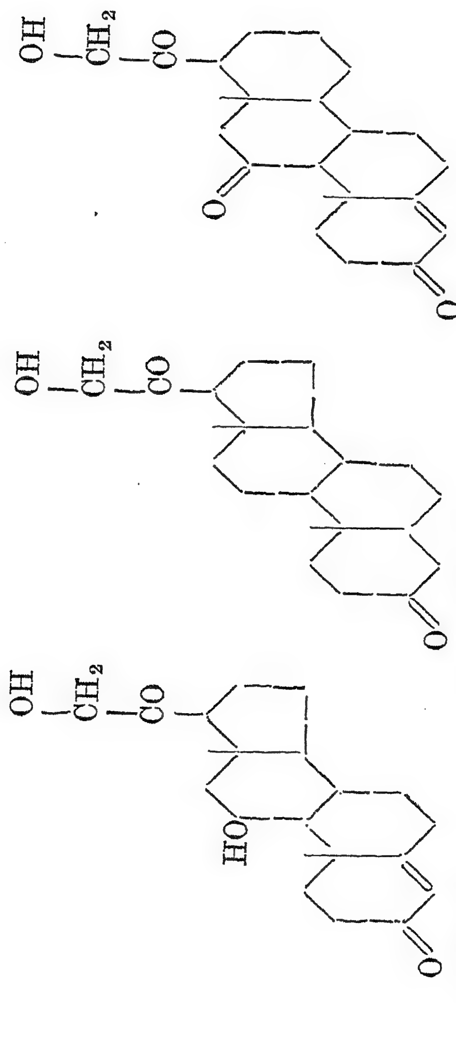
दैवदुर्विलासाचे दुसरे एक उदाहरण पाहण्यासारखे आहे. अठ्ठेचाळीस वर्षे वयाचा एक व्यायामव्यासंगी पुरुष होता. त्याला दोन मुलगे झाले होते. त्यानंतर त्याच्या स्वतःच्या छातीवर स्तनांची वाढ बायकाप्रमाणे होऊ लागली. दाढीमिशा गळाल्या आणि प्रधान **पुरुषलक्षणेही मावळू लागली**. त्याला स्त्रीसंग नकोसा झाला. त्यांची स्मृती जागृत होती. आपणात हा विलक्षण बदल होत आहे याचे त्याला भान होते. इतकेच नव्हे तर त्या गोष्टीचे त्याला आश्चर्य वाटले. तो रुग्णालयात गेला आणि उपचार करून घेण्याची इच्छा त्याने चिकित्सकाजवळ प्रकट केली. शसनाचार्यांनी त्याचे पोट उघडले तेव्हा **अधिवृक्काची विकृती** आढळली ती

त्यांनी **काढून टाकली**. आठ दिवसांनी त्याची **पुरुषलक्षणे परत येऊ लागली**. एका महिन्यात तो पहिल्यासारखा पुरुष झाला !

पुणे शहरात १९५२ ते १९५६ मध्ये एक गीर जातीची गाय मोकाटपणे हिंडत असे. तिची शिंगे विषम होती. तिच्या शेपटीचा गोंडा तुटपुंजा होता. ती वयाने प्रौढ होती तरी तिला संतती झाल्याचे चिन्ह नव्हते. तिची कास सुमारे दोन वर्षांच्या वासरीसारखी असे. एकाद्या वळू बैलाला साजेसे वशिंड तिला होते. शास्त्रीय दृष्टया याविषयी दोन तर्क संभवतात : (१) या गायीच्या अधिवृक्कात अधिकपणा असेल (२) ही गाय स्वतः एका जुळ्यापैकी एक अपत्य असून आणि हिचे जुळे भावंड नर असून त्या दोघांच्या नाळा एका वारेतून निघालेल्या असाव्यात. हे तर्क करण्याचे कारण असे की, अधिवृक्क प्रपिंडातील स्यंद वाजवीपेक्षा अधिक झाल्याने पुरुषलक्षणे उमटतात. एका वारेत दोन अपत्ये असली म्हणजे एका अपत्याचे स्यंद वारेवाटे दुसऱ्या अपत्याच्या रक्तात जातात. एक अपत्य नर व दुसरे मादी असे असल्यास अशा प्रसंगी दोघामध्ये पुरुष व स्त्री अशा दोघांचेही स्यंद वावरत असतात. **नरास मादीस्यंद बाधत नाहीत पण मादीस नराचा स्यंद बाधतो**, असे अशा उदाहरणावरून सिद्ध होते. अशा जोडीतला नर पुरता नर असतो पण मादी अर्धवट मादी अर्धवट नर अशी असते. अशा मादीला फ्री मार्टिन (उनाड) म्हणतात. ती वंध्या असते.

अधिवृक्ककवचातून २० **संधुक्षे** निघतात. ती **सर्व स्थिरोल** मूलक द्रव्ये आहेत. त्यांपैकी **तीनच** माणसात आढळली असून त्यांचे कार्य समजले आहे. एक कवचस्थिरोन[1], दुसरे अनूज किंवा ऊनौज कवचस्थिरोन[2] आणि तिसरे अनुज्ज कवचस्थिरोन[3] किंवा कवचोन[4] अशी आहेत. **दुसऱ्याचा विशेष परिणाम चयनव्यापारावर होतो. शरीरात सामुद्र आणि पाणी यांचा संचय होतो. तिसऱ्याच्या योगाने शार्करद्रव्यांचे आणि प्रोतीन द्रव्याचे चयन वाढते**. मूत्रिकाम्लसंचय–विकारावर उतारा म्हणून त्याचा उपयोग होतो. अधिवृक्ककवचाच्या संधुक्षांचा परिणाम सर्गसंधुक्षांप्रमाणे होतो. स्त्रियामध्ये या संधुक्षांनी पुरुषी गुण येतात. रजःप्रवृत्ती थांबते आणि गौणपुरुषलक्षणे उमटतात. अल्पवयी मुलात अकाली कामवासना येतात. कवचसंधुक्षापासून मलद्रव्ये उत्पन्न होतात ती अंशतः पित्तात आणि अंशतः मूत्रात जातात. मूत्रात संधुक्षांचा प्रभावी अंश थोडासा असतो; बराच अंश गंधिक व वारिणिक[5] अम्ले होऊन जातो.

1 Corticosterone. 2 Desoxycorticosterone. 3 Dehydrocorticosterone. 4 Cortisone. 5 Uronic प्र० ४२ पहा.



कवचस्थिरोन Corticosterone

अनुज कवचस्थिरोन Desoxy-corticosterone

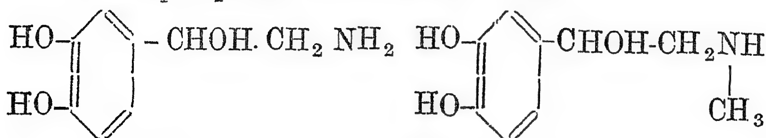
अनुज कवचस्थिरोन Cortisone Dehydro-corticosterone.

अधिवृक्कप्रपिंडाचा गीर्णभाग कारुणिक चैतनव्यूहाशी जोडलेला असतो. क्रोधाची भावना जेव्हा उत्पन्न होते तेव्हा या प्रपिंडाच्या **गीर्णभागात संधुक्ष उत्पन्न होते त्याचे नाव अधिवृक्कीन**[1]. स्थानिक बधिरपणा आणण्याकरता शस्त्र-कर्मापूर्वी त्वचेखाली औषध टोचून देतात तेव्हा त्यातच अधिवृक्कीन हे औषध मिसळतात. असे केल्याने त्वचेच्या रक्तवाहिन्या आकरसतात, रक्तमोक्ष कमी होतो आणि औषधाचा प्रसार मंदपणे होतो. दमा हा विकार मोठा तापदायक आहे. त्याचा आवेग आला म्हणजे श्वासनलिका आकरसून राहतात, सैलावत नाहीत. अशा प्रसंगी अधिवृक्कीन त्वचेखाली टोचून दिले असता ते पल्मनात जाऊन श्वास-नलिकांचा आकरसून राहण्याचा हट्ट मोडून काढते. त्या सैलावतात आणि आतुरास हायसे वाटते. मोठ्या दुःखावेगाने किंवा अशाच काही प्रतिकूल चेतना बळावल्या-मुळे एकादे वेळी हृदय एकदम थांबते, या प्रतिकारुणिक चेतना होत. यांच्या हट्टास न जुमानता हृदय चालू करणे ही मोठी अवघड गोष्ट आहे. अधिवृक्कीनाची टोचणी थेट हृदयाच्या मांसातच केल्याने ती गोष्ट साधते. एकूण अधिवृक्कीन-स्यंदाचा उपयोग चार प्रकारे होतो : (१) रक्त–वाहिन्याचे नियमन होते. त्या आकरसतात. सामान्यतः हातपाय आणि मुखवटा यातील वाहिन्या आकरसत नाहीत, खुल्या राहतात, जठर आणि आतडे यातील आकरसतात. (२) हृदय-स्पंदन अर्थात अभिसरण जोरावते. (३) श्वसनिकानळ्या खुलतात (४) रक्तात साखरेचा भरणा वाढतो. या चारही गोष्टी संकटातून पार पडण्यास उपयोगी पडणाऱ्या आहेत.

1 Adrenaline. Epinephrine.

अधिवृक्कगीर्णातून दोन संधुक्षे निघतात, एक अधिवृक्कीन दुसरे समधि-वृक्कीन[1]. रक्तपिलसात अधिवृक्कीन ०·०६ µg/L असते आणि समधिवृक्कीन ०·३० µg/L असते. मूत्रात २४ तासात अधिवृक्कीन १० ते १५ µg आणि समधि-वृक्कीन ३० ते ५० µg असते. त्यातला लहानसा भाग सुटा असतो पण बहुतांश गंधिकलवणे व द्राक्षीञारिणिकाम्ल[2] याशी संयुक्त असतो.

1 Norepinephrine. 2 Glucuronic acid.



Norepinephrine
समधिवृक्कीन

Epinephrine
अधिवृक्कीन

माणूस काय किंवा पशुपक्षी काय त्यांच्या आयुष्यात काही सर्व क्षण सारखे नसतात. काही क्षण आनंदाचे तर काही दुःखाचे असतात. आनंदाच्या प्रसंगी वागावे कसे हा काही अवघड प्रश्न नसतो, **पण दुःखाच्या प्रसंगी** काय करावे हा प्रश्न अवघड असतो. आनंदाच्या प्रसंगी मुखवटयावर आनंदाची छटा उमटते. विशेष मोठया आनंदाच्या प्रसंगी डोळयात अश्रू उभे राहतात, कंठ दाटून येतो, स्वर कापरा होतो. दुःखाच्या प्रसंगी दुःख मुखवटयावर उमटते. डोळयात अश्रू येतात, स्वर रडवा होतो. दुःख विशेष असले म्हणजे चांगलेच रडू कोसळते. पण दुःखाचा परिणाम हा असाच नेहमी होतो असे नाही. दुःख देणारा कोणीतरी प्राणी असून तो आपल्या आटोक्यात आहे असा विश्वास असला म्हणजे क्रोध उत्पन्न होतो. क्रोधाने डोळे वटारतात, बाहुल्या विस्तारतात, केस पिंजारतात, स्वर मोठा होतो, हातापायात आवेश येतो, आणि अपाय करणाराशी झुंज जुपते. दुःख देणारा प्राणी आपल्यापेक्षा बलवान असल्याची खात्री पटली तर भय उत्पन्न होते. तेही मुखवटयावर उमटते. हातापायात आवेश येतो, पण तो असतो पळून जाण्याचा. भीतीचा पारा फार चढला तर पलायन अशक्य होऊन प्राणी गळाठतो.

संकटसमय असला म्हणजे खेद क्रोध भीती यापैकी एकादी भावना जागृत होते. मित्र जवळ असले म्हणजे खेदाची भावना जागृत होते. साधारण शत्रू जवळ असला म्हणजे **क्रोधाची भावना** जागृत होते आणि प्रबळ शत्रू असला म्हणजे भयाची भावना जागृत होते. संकटाचा जो परिणाम शरीरावर होतो तो त्यातील चेतन्यांच्या द्वारा होतो. मित्रावर खेदाचा परिणाम करुणा हा होतो, साधारण शत्रूवर क्रोधाचा परिणाम भीती हा होतो. शत्रुमित्रावरील हे परिणाम संकटात सापडलेल्या प्राण्याच्या हिताचेच असतात. **करुणा किंवा क्रोध जागृत झाल्यानंतर त्याला अनुसरून शरीरामध्ये काही हालचाली घडत असतात.** त्यापैकी बाह्यांगाच्या हालचाली काही मुद्दाम सांगावयास नकोत. अंतरंगाच्या हालचाली मात्र मुद्दाम जाणून घेतल्या पाहिजेत. क्रोधाच्या बाह्य हालचालींवरून त्या चांगल्या समजतात. रागावलेल्या माणसाच्या हातापायात आवेश येतो. त्यामुळे तो मारामारी करू शकतो तेव्हा त्याच्या शरीरात रक्त उसळते. खरोखरी रक्त उसळते म्हणजे शरीरातील पचनविसर्जनाच्या इंद्रियांकडून निघून ते हातापायांकडे धाव घेते. याच इंद्रियांना त्यावेळी विशेष काम असतें. त्यानिमित्त पचनाचे काम थांबविले जाते. हातापायांना रक्तातला शर्करारूप अन्नांश पाहिजे असतो. तो त्यांना मिळावा म्हणून यकृतात साठविलेल्या मांसीराची शर्करा करून भराभर रक्तात सोडली जाते.

चैतनव्यूहाच्या एका भागास कारुणिक व्यूह असे नाव दिले आहे. एकदा प्रतिकारुणिक व्यूह असा वेगळा गणलेलाच नव्हता. त्याचाही समावेश कारुणिकातच करीत. **कारुणिक हे नाव कसे उत्पन्न झाले** ते आता कळून येईल. एकाच्या दुःखाविषयी दुसऱ्याला करुणा उत्पन्न होते ती या व्यूहाच्या करामतीमुळेच. या व्यूहातील चैतनतंतूंतून मिळणाऱ्या चेतनामुळे जठर, अंत्र, फुफ्पुस, हृदय, यांचे मांस आकरसते. तसेच रक्तवाहिन्यांचे तटही आकरसतात. त्यातून रक्तप्रवाह कमी होतो. ज्यांचे तट सैल राहतात, त्यातून प्रवाह अधिक चालतो. क्रोध आला असताना हातापायाच्या रक्तवाहिन्या सैलावतात आणि आतड्याच्या आकरसतात. त्यामुळे हातापायात रक्त उसळते.

माणसाच्या **स्वभावाची परीक्षा संकटाच्या वेळीच** होते. शत्रूच्या तडाख्यात सापडले असता एकजण क्रोधाने लाल होईल, दुसरा भीतीने गांगरून जाईल, तर तिसरा भयाने गर्भगलित होईल. सिंहाच्या तडाख्यात सापडल्यावर एका जिराफीचे पिलू त्याला बळी पडले, पण स्वतः जिराफीने सिंहाच्याच तोंडावर लाथ मारून त्याला घायाळ केले, अशी एक कथा आहे. हरिणी किंवा शेळी वाघाच्या भयाने मटदिशी खाली बसते, पण एकादी म्हैस शिंगे उभारून स्वसंरक्षण करू पाहते. उंदीर मुकाट्याने मांजराच्या आहारी जातो. पण घूस केस पिंजारून मांजराला दटावते. रानकुत्रे मांजरालाच काय पण वाघालाही भीत नाही. पुष्कळ कुत्री जमून वाघाला सुद्धा भेवडावतात, घेरतात आणि मारतातही.

युद्धप्रसंगी निरनिराळे लोक निरनिराळे वर्तन करताना आढळतात. भारतीय युद्धात कर्ण सेनापती होऊन प्रत्येक पांडवाशी वेगवेगळा भिडला. धर्म नकुळ सहदेव, यांनी पराभव पतकरून त्याजपुढून पळ काढला. भीमाचाही पराभव झाला. त्याचा रथ मोडला, त्याची शस्त्रास्त्रे मोडून गेली, पण तो भ्याला नाही. त्याने दंड थोपटून कर्णाला मुष्टियुद्धाचे आव्हान दिले. अर्जुन मात्र त्याच्या पुढे टिकला, इतकेच नव्हे तर अर्जुनानेच त्याला ठार मारले. धर्म भीम अर्जुन, यांच्या **स्वभावातील** हा **भेद** त्याच्या रूपामुळे होता असे म्हणण्यापेक्षा तो **अंतरिंद्रियांतील भेदामुळे** होता असे म्हणावे लागते. कारुणिक व्यूह आणि अधिवृक्क—स्यंद यांचे बळ अर्जुनात अधिक आणि भीमातही इतर तिघांपेक्षा अधिक होते असे म्हटले पाहिजे.

क्रोध आणि भीती हे दुःखावेगाचे स्वाभाविक परिणाम आहेत. आजच्या समाजाच्या अवस्थेत भावनांच्या अशा स्वाभाविक परिणामांना अवकाश फार थोडा आहे. बहुतेक प्रसंगी आपणास अशा **भावना दाबून ठेवाव्या लागतात.** या

दमनाने त्यांचा बाह्य आविष्कार नाहीसा होतो हे खरे, पण त्यांचा अंतरिंद्रियावर बहुधा दुष्परिणामच होतो; असे म्हणावे लागते. बाहेर येणारा **आवेश अंतरिंद्रियावर घसरतो.** त्यामुळे त्यात काही वैगुण्य उत्पन्न होते. असे वैगुण्य अधिवृक्कीन किंवा प्रपाचकातील द्वीपीन यांच्या उत्पत्तीत होणे शक्य आहे. पहिल्या दोहोंच्या कमतरतेमुळे काय परिणाम होतो ते आताच सांगितले. तिसऱ्याच्या कमतरतेमुळे मधुमेह उत्पन्न होतो. जठर आणि अंत्र यांच्यात वैगुण्य उत्पन्न होऊन त्या त्या ठिकाणी क्षत पडण्याचा संभव असतो. आवेश बाहेर येणार नाही आणि अंतरिंद्रियावरही घसरणार नाही, असा पूर्ण संयम फारच थोड्याना साधतो. तो श्रीकृष्णाला साधला म्हणून त्याला योगेश्वर म्हणावयाचे.

क्रोधादि मनोवृत्तींचे आविष्कार अधिवृक्कीनाने होतात, ही गोष्ट प्रयोगकारांनी सिद्ध करून दाखविलेली आहे. मांजर मोठे क्रोधी असते हे आपणाला माहीत आहे. पण **मांजराच्या अधिवृक्कपिंडाचा गीर्ण भाग काढून टाकला असता ते अगदी मवाळ होऊन जाते.** प्रयोगाकरता घेतलेली मांजरे पाळीव असतात. पण पाळीव मांजरेसुद्धा क्रोधी असतात. प्रयोगानंतर ती क्रोध सोडतात. क्रोध सोडून दिलेल्या मांजराला रानटी मांजराचे स्वावलंबी जीवन जगता येत नाही. त्याला खाण्यापिण्याचे जिन्नस आणून द्यावे लागतात ते ऐदी किंवा आळशी होऊन जाते. जे जणू जिवंत बाहुलेच होते. माणसामधेसुद्धा काही सुस्त तर काही तडफदार असतात हा भेद अधिवृक्कातलाच असला पाहिजे. असे या प्रयोगावरून अनुमान काढणे प्राप्त आहे.

संकटसमयी रक्त बाह्येंद्रियांकडे वळते, अंतरिंद्रियांपैकी पचनेंद्रियांना त्याचा पुरवठा कमी पडतो. संकट झटदिशी आले गेले तर ठीक; नाही तर कामे नीट होणार नाहीत. किंबहुना त्यानेच आरोग्य बिघडेल. समाजाच्या हल्लीच्या अवस्थेत संकटे चटदिशी येऊन जात नाहीत. ती दीर्घकाल राहतात. त्यामुळे पचनेंद्रियांचे रोग उद्भवतात. हल्ली जी संकटे येतात ती एकदम प्राणघात करीत नाहीत, तर **भीतीचे वातावरण** कायम ठेवतात. यामुळे शरीराला बाहेरून अपाय न होता **अंतरी अपाय** होतो. तो टाळण्याकरता मनःसंयमच केला पाहिजे. भीतीचे वातावरण असूनसुद्धा भय सोडले पाहिजे. क्रोधाचे कारण असूनही क्रोध सोडला पाहिजे. यालाच योग म्हणावयाचे.

पिहितग्रपिंडाच्या छत्राखाली असलेल्या अधिवृक्काविषयी विवेचन झाले. आता स्वतः पिहिताच्या प्राक्भागापासून निघणाऱ्या काही स्वतंत्र संधुक्षाविषयी विवेचन करावयाचे आहे. आपल्या शरीराचा सांगाडा यथायोग्य मानाचा

ठेवण्याचे श्रेय पिहितप्रपिंडाकडे आहे. गेल्या शंभर वर्षात मरणोत्तर परीक्षा करण्याची चाल सर्व पुढारलेल्या देशात चांगली रूढ झाली आहे. अशा परीक्षेने प्रथम ही गोष्ट उघडकीस आली की ज्याचा सांगाडा प्रमाणाबाहेर मोठा असतो त्याच्या शरीरातील पिहित प्रपिंडाला टेंगूळ आलेले असते. उलट ज्याचा सांगाडा प्रमाणाबाहेर लहान असतो, त्याच्या शरीरातील पिहितप्रपिंड खचलेला असतो. याच तपासणीत आणखी असे दिसून आले की, ज्यांच्या पिहितप्रपिंडाला टेंगूळ आले असेल त्याचे घंटिकप्रपिंड आणि अधिवृक्क प्रपिंडही वाढलेले असतात. अशाच लोकांच्या सर्गप्रपिंडात तसाच अधिक उणेपणा आलेला असतो. अलीकडल्या पंचवीस तीस वर्षात पिहितप्रपिंडाचा आकार जिवंतपणीही काही एक अपकार न होता पारायणी (क्ष) किरणांच्या साहाय्याने पाहता येतो. आणखी अलीकडे काही परीक्षारीती अशा निघाल्या आहेत की शरीराला धक्का न लावता पिहितप्रपिंडाचे कार्य नीट चालले आहे की नाही ते समजू शकते. यावरून आणखी **नानाप्रकारचे विकार पिहितप्रपिंडाच्या विकृतीमुळे** उत्पन्न होतात असे कळून आले आहे.

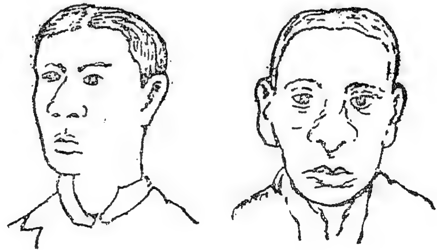


आ० ५९·१ हाडे मोठी पण दुबळी

चांगल्या धडधाकट माणसाची उंची सहा फुटाहून थोडीशी कमी असते. एखाद्याची सहा फूटही असते. समजा ती सात फूट असली तर ती उंची विलक्षण आहे असेच आपण म्हणू, उंचीला अनुरूप इतर गुण असले तर त्या माणसाचा एकंदर आकारच मोठा आहे. पण खरी इंद्रियविकृती काही नाही असे म्हणणे भाग आहे. तथापि जे विलक्षण उंच लोक दिसून आले आहेत त्यांची गोष्ट अशी नसते. त्यांचे एकंदर बल साधारण माणसांपेक्षा कमी असते, अधिक नसते. ते लवकर दमतात. त्यांना चांगले पळता येत नाही, की उड्या मारता येत नाहीत. त्यापैकी

काही लोक वयाने प्रौढ असून वर्तनाने आणि भावनांनीही पोर असतात, थोर नसतात. त्यांना कामवासना नसते. उलट त्यापैकीच काही लोक असे असतात की त्यांच्या कामवासना प्रबळ असतात आणि इंद्रियविकासही तदनुरूप सदोष असतो. आणखी काही लोक असे असतात की त्यांच्या सांगाड्याचा आकार यथायोग्य असतो, पण कामवासना योग्य वयाच्या पूर्वीच प्रबळ होतात आणि योग्य वयात अतिरिक्त असतात. काही लोक वयाने प्रौढ पण आकाराने पोर असतात. वर्तनाने ते यथायोग्य किंवा मागस असतात. यावरून असे दिसून येते की, **पिहितातील स्यंद** निदान **दोन प्रकारचे** आहेत : (१) **सांगाड्याची वाढ करणारा** (२) **सर्गप्रपिंडांना उत्तेजन देणारा**. दोनही अधिक, दोनही उणे, किंवा एक उणा एक अधिक असे पर्याय संभवतात आणि आढळतातही.

काही माणसे अशी आढळतात की त्यांची वाढ प्रौढ वयापर्यन्त ठीक असते, नंतर बिघडते. हा बिघाड मुख्यतः मुखवटयाच्या हाडात होतो. ती हाडे बोजड होतात, मुखवटा लांबट होतो. त्यास **घोडमुखी** किंवा अश्वमुखी म्हणतात. अश्व-मुखी या नावाची एक मनुष्यजात हिमालय-प्रदेशात आहे असे पुराणांतरी वर्णन आहे. परंतु ज्या अर्थी ही मंडळी प्रौढपणी घोडमुखी होतात, अगोदर नसतात असा उल्लेख नाही, त्या अर्थी हे लोक विकृत नव्हते असे म्हणावे लागते. प्रौढपणी जे घोडमुखी होतात त्यांचे पंजे आणि पावले वाढीचे वय संपल्यानंतरही बोजड होतात. या लोकांच्या तोंडाची हाडे वाढ-तात पण दात वाढत नाहीत. त्यामुळे त्यामधे मोठमोठाल्या फटी उत्पन्न होतात. त्यांपैकी



आ० ५९·२ घोडमुखी.

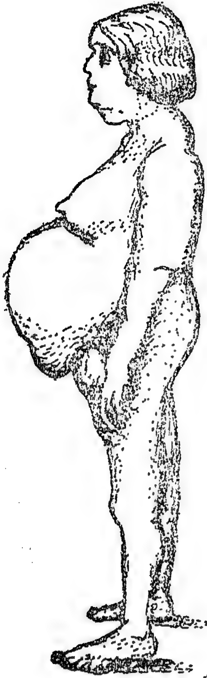
काही लोकांचा पिहित प्रपिंड प्रौढपणी वाढीस लागलेला असतो. काही लोक असे आढळतात की त्यांची वाढ प्रौढत्व येईपर्यन्त ठीक असते, नंतर त्यांचे वय तिशीच्या आतच असताना त्याजवर वृद्धत्वाची कळा येऊ लागते. त्यांचे मेद व मांस झडून जाते. ते अगदी रोडावतात. त्यांच्या कामवासना पार मावळतात. एकदोन वर्षात त्यांना मृत्यू येतो. काही लोकांना हे वृद्धत्व वयाच्या दहाव्या वर्षाच्याही अगोदर आलेले आहे. हे अकाली वृद्धत्व पिहिताच्या ऱ्हासाने आलेले असते.

पशुपक्ष्यावरील प्रयोगावरून पाहता **प्राक्पिहितातून** तीन संधुक्षे निघतात:— (१) **देहसंतर्पक**.[1] हे वाढीला प्रेरणा देणारे आहे. याच्या योगाने हाडे वाढतात आणि Na, K, व P यांचा संचय होण्याजोगी चयनक्रिया चालते, याचा रेणवभार २७००० असून एका रेणूत अमोदीनाम्लांचे अंश २४० असतात, (२) **मधुमेहकारी**[2] द्रव्य. याच्या योगाने द्वीपीनाच्या कार्यात व्यत्यय येतो. परिणामी मधुमेह ही विकृती उत्पन्न होते. हे द्रव्य वेगळे नसून, हा परिणाम देहसंतर्पकाचाही निदान अंशतः तरी असू शकेल. (३) **दुग्धकारी**[3] द्रव्य. याच्या योगाने स्त्रियांच्या स्तनात दुधाची उत्पत्ती होते. वारेमधे उत्पन्न होणाऱ्या संधुक्षाने याच्या कार्याचा निरोध होतो. याच्या रेणूचा मध्यवर्ती भाग अमोदीनाम्लसमूह असतो. याचा रेणवभार सुमारे २३४०० असतो.

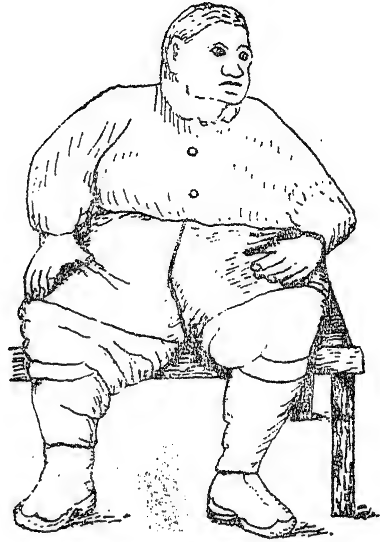
1 Somatotropin. 2 Diabetogenic hormone.
3 Lactogenic hormone, prolactin. Galactin.

जंगीपणा हडसपणा खुजेपणा हे विकार पिहितप्रपिंडाच्या विकृतीने उत्पन्न होतात. आणखी एक विकार पिहिताच्याच विकृतीने होणारा आहे तो **ढबूपणा** हा होय. साधा ढबू असतो त्याच्या शरीरात नेहमीच्या ठिकाणचाच मेद वाढलेला असतो, पण पिहिताच्या विकृतीने येणारा ढबूपणा काही विलक्षण असतो. पुरुषाच्या कटीरदेशात मेद विशेष वाढतो. त्याची आकृती बायकी दिसू लागते. स्त्रियांच्या शरीरात छाती व पोट यात मेद विशेष वाढतो, कटीर चिंचोळेच राहते. हात पाय लुकडेच राहतात, तोंडावळा काळवंजतो, कामवासना उमटत नाहीत, अगोदर असल्या तरी त्या बुजतात. एकंदर मनोविकास मागसच असतो, सुस्ती फार येते, माणसाचे जीवित निरर्थक होऊन जाते. या विकाराने ग्रासलेल्या पंधरा वर्षे वयाच्या एका मुलीचे वजन २५० पौंड असल्याचे पाहण्यात आहे.

ईश्वराचा अवतार जसा युगांतरी एकादाच होतो तसा महाढबूचा अवतारही युगांतरी एकादाच होतो. १९४८ त इंग्लंडातील एका प्रदर्शनात एक **ढबूराज** बसविलेले होते. त्यांचे वजन ९६० पौंड होते. उंची नक्की माहीत नाही, पण सात फुटाच्या सुमारात असावी. त्यांच्याच शेजारी एक महाढबू बाई बसविलेली होती तिचे वजन माहीत नाही, पण ५००पौंडाच्या वर खात्रीने असेल. या दोघांच्यामधे तिसरी एक व्यक्ती होती ती एका बाईची होती, ती ढबू म्हणून नव्हे तर खुजी म्हणून. तिचे वय २१ असून उंची फक्त २२ इंच आणि वजन अवघे १७ पौंड होते ! ही तीनही उदाहरणे स्यंदविकृतीची होत. स्यंदकारी पिंडातला प्रधानपिंड पिहित हा



आ० ५९.३ ढेंबरी बाई
पिहितविकार.



आ० ५९.४ ढबूराज.

होय. १९५८ जुलई मध्ये एक महाढब्बू मरण पावला त्याचे वजन हजार पौंडाच्याही वर होते, असे त्या वेळी आकाशवाणीने सांगण्यात आले. १९२२ त एक मूल पाहण्यात आले ते आपल्या आईच्या कडेवर बसलेले होते. त्याचा आकार तीन चार वर्षाच्या मुलाएवढा होता. पण ते होते एकच वर्षाचे, त्याचे सर्व अवयव प्रमाणशीर होते. त्याचे डोळे चांगले दिसत होते पण त्या डोळ्यांनी ते पहात नव्हते. ते तासभर सतत आईच्या स्तनाला बिलगलेले होते. रांगणे; बोलणे इत्यादी ते काहीही करीत नसे. माकडाच्या पिल्लासारखे अंगाला बिलगून राहते असे त्याच्या आईने सांगितले. पिहितविकृतीचा हा परिणाम असावा असा तर्क आहे.

वेळोवेळी कोठे कोठे जत्रा भरतात तेथे भिकार पुष्कळ जमते. त्यात एकादा खुजा आढळतो तो बुद्धीने मागसच असतो. तथापि बुद्धीने निकोप आणि अंगाने प्रमाणशीर पण केवळ खुजा, असाही एकादा नमुना असतो. असा एक खुजा

म्हैसूर येथील प्राणिसंग्रहालयाच्या द्वारपालपदावर सुमारे पसतीस वर्षांपूर्वी पाहिल्याचे स्मरते.

उंदीर, ससा, कुत्रे, मांजर, इत्यादी प्राण्यांचा **पिहितप्रपिंड काढून** टाकून त्यांना दुसरी काही इजा होऊ नये असे करता येते. असे केल्यानंतर त्या प्राण्याच्या शरीरात पुष्कळच फरक पडतो. लवकरच त्याची वाढ खुंटते, त्याच्या मांसपेशी पिसपिशीत होतात, त्यांची तरतरी जाते. एकाद्या तिखट स्वभावाच्या कुत्र्यावर हा प्रयोग केला तर तो अगदीच मेंगळा होऊन जातो. अशा मेंगळ्याला पिहिताचा अर्क टोचून दिला तर तो पुनः पहिल्यासारखा तिखट होतो. अशा अर्कात पिहिताचे स्यंद असतात हे सिद्ध आहे. पिहित काढून टाकल्यावर प्राण्यांना ढब्बूपणा येतो, त्याचे नेमके कारण समजलेले नाही. माणसाच्या ढबूपणावर उपाय करण्याचे अद्याप साधलेले नाही.

पिहितप्रपिंड काढून न टाकता त्याचा अर्क **अल्पवयी** प्राण्यांना टोचून देण्याचे प्रयोग झालेले आहेत. हे प्रयोग माद्यावर केले तेव्हा योग्य वय येण्या-पूर्वीच त्यांच्यामधे संततीसंबंधी वृत्ती जागृत होतात, असे दिसून आले. अल्पवयी उंदीरबालिकेच्या पुढे जर एकादे उंदीरपिलू ठेवले तर ती त्याजकडे मुळीच लक्ष देत नाही. इतकेच नव्हे तर हिंडता हिंडता त्याला तुडविण्यालादेखील कमी करीत नाही. पण तिला पिहितार्काची टोचणी केली असली तर ती त्याला स्वतःच्या पिलाप्रमाणे जपते. मत्स्यांच्या काही जाती पिले संभाळण्याकरता घरटे बांधणाऱ्या आहेत. अशा जातीच्या बालिकेला पिहितार्क टोचून दिला असता ती घरटे बांधण्याच्या खटपटी करू लागते. असाच प्रयोग कोंबडीवर केला तर ती खुडुक करते.

पिहितार्कातून मातृवृत्ती उत्पन्न करणारा भाग वेगळा काढता येतो. त्याच-प्रमाणे संवर्धन करणारा भागही वेगळा काढता येतो. संवर्धक स्यंदाच्या टोचणीने उंदीर दीडपट वजनाचे होऊ शकतात. कुत्र्याचीही बरीच वाढ होते. अगोदर पिहितप्रपिंड काढून टाकून वाढ खुंटल्यानंतर अशी टोचणी केली तर पुनः वाढ सुरू होते. पिहितप्रपिंड मावळल्याने हडकलेला मनुष्य या स्यंदाच्या टोचणीने सुदृढ झाल्याची उदाहरणे घडली आहेत. पिहितप्रपिंड मावळल्यामुळे खुजेपणा आलेल्यांना हा अर्क देऊन त्यांच्यात वाढ झाल्याची उदाहरणे नाहीत. केवळ सांगाड्याची हाडे वाढून ज्यांना जंगीपणा येण्याचा रंग दिसू लागला आहे अशा लोकांची फाजील वाढ थांबवणे आता शक्य झाले आहे. या लोकात पिहितास टेंगूळ आलेले असते. ते काढून टाकणे हा तो उपाय होय. पिहित काढून टाकल्याने

सर्गसामर्थ्य नाहीसे होते ते पिहितार्क दिल्याने परत येते; किंवा पहिल्याने नसले तर उत्पन्न होते. पिहितार्काचा हा भाग वेगळा काढून औषध म्हणून काही वंध्या स्त्रियांना उपयोगी पडल्याचे माहीत आहे.

पिहितप्रपिंडाचे स्पष्ट दोन भाग असतात. एक पुढे असतो, दुसरा मागे असतो. आतापर्यंत जे वर्णन केले ते पुढच्या भागाचे झाले. **मागल्या भागाचा अर्क** औषध म्हणून बराच प्रचारात आहे. तो त्वचेखाली टोचून द्यावा लागतो. त्याच्या योगाने **रक्तातील पाण्याचे नियमन** होते आणि अंतरिंद्रियांच्या मांसाला तरतरी येते. काही लोकांचे मूत्रपिंड (वृक्क) असे बिघडतात की मूत्र जवळ जवळ पाण्यासारखे पातळ होते. आतुर अगदी थकून जातो. या विकारास अतिमेह असे नाव आहे. हा विकार जडला असता आता सांगितलेला अर्क दिल्याने मेह कमी होतो. हा परिणाम टिकाऊ नसतो. दररोज औषध घेतले पाहिजे अशी स्थिती होते. कायमचा उपाय नव्हे पण तात्पुरता उपाय हा आहे. **अंतरिंद्रियांच्या मांसाला प्रेरणा** देण्यास या अर्काचा चांगला उपयोग होतो. गर्भाशयाच्या मांसावर याची क्रिया विशेष होते. प्रसवाच्या वेळी कुक्षिमांस मंदावले असले तर या अर्काच्या योगाने ते वळावते. या अर्काच्या अभावी कित्येक स्त्रियांना अतोनात प्रसूतिव्यथा सोसावी लागत असे, प्रसंगी मृत्यूही येई.

स्त्री बाळंतीण होणे हा मोठा आनंदाचा प्रसंग खरा पण त्यातला आनंद प्रसूती निर्विघ्न पार पडल्यावरच मिळू शकतो. अगोदर चिंतेतच काळ कंठावा लागतो. पुष्कळ वेळा बाई आणि तिचा गर्भ यांचा आकार आकृती ठेवण सर्व काही ठीक असते, तरी प्रसूतीला वेळ फार लागतो, प्रसूती अडल्यासारखेच होते. अशा वेळी पिहित पश्चभागाचा अर्क टोचून देण्याने घटकाभराच्या आत सुटका होते. **कुक्षिमांसाच्या सुस्तीवर** हे **औषध** लागू पडते.

पिहितातून निवणारा स्यंद इतर अनेक स्यंदकपिंडांना मिळतो आणि त्यांच्यावर **प्रेरक किंवा निरोधक परिणाम** होतात. इतर सर्वांचे नियमन पिहिताने होते असे एकंदर अनुमान आहे. यासंबंधी पुष्कळशा गोष्टी अजून स्पष्ट व्हावयाच्या आहेत. ज्या गोष्टी माहीत आहेत त्या अशा :—

१ पश्च खंडातून दमनक[1], प्रतिमूत्रल आणि कुक्षिप्रेरक[2] संधुक्षे निघतात.

1 Vassopressin. 2 Oxytocin.

२ मेंदूकडून, बहुधा भावनाकेंद्रातून प्राक्खंडास प्रेरणा मिळते. या प्रेरणा भीतीने उत्पन्न झालेल्या असतात. तेथून अधिवृक्ककवचास प्रेरणा मिळते.

३ अधिवृक्क गीर्णभागातून परत पिहितास प्रेरणा मिळते, ती अधिवृक्कीनाने.

४ कवचस्थिरोनादी संधुक्षे सर्व शरीरभर पसरतात. त्यांच्या योगाने पिहितातून निघणाऱ्या अधिवृक्ककवचसंतर्पक संधुक्षांचे दमन होते. ती थांबवली जातात.

५ प्राक् पिहितातून अस्थिवृद्धिकारक संधुक्ष निघते आणि घंटिकसंतर्पकही निघते.

६ घंटिकसंधुक्षे शरीरभर पसरतात. त्यानीच घंटिकसंतर्पकाचे निरोधन होते.

७ प्राक्पिहितातून कुटीराप्रेरक संधुक्षे निघतात. त्याने अंदुकनिर्माणास उत्तेजन मिळते.

८ कुटीरातून निघणारे मदसंधुक्ष[1] कुटीराप्रेरकाचे निरोधन करते.

1 Oestrogen.

९ परंतु मदसंधुक्षाने दुग्धस्रवणास उत्तेजन मिळते.

१० प्राक्पिहितातून दुग्धोत्पादक[2] संधुक्ष निघते त्याने जरायुनिरोध होतो.

2 Lactogenic.

११ पीतप्रपिंडातून गर्भधारिणसंधुक्ष[3] निघते. त्याने दुग्धोत्पादनास उत्तेजन मिळते पण अंतरपिस्तरोत्तेजक[4] संधुक्षाचा निरोध होतो.

3 Progesterone. 4 Interstitial cells stimulating.

१२ पुरुषात प्राक्पिहितातून अंतरपिस्तरोत्तेजक संधुक्ष निघते. त्याच्या योगाने मुष्कस्थिरोन[5] उत्पन्न होते ते शरीरभर पसरते. त्यानेच तदुत्पादक स्यंदाचा निरोध होतो. कुटीरापासूनच[6] अंदुक निष्पन्न होते आणि अंतर-पिस्तरातून रेतुक उत्पन्न होते. म्हणून दोहींना उत्तेजन देणाऱ्या संधुक्षास सामान्यत: सर्गसंतर्पक[7] म्हणतात.

5 Testosterone. 6 Follicle. 7 Gonadotropic.

१३ मदस्यंदाने कुटीरोत्तेजक संधुक्षाचा निरोध होतो. (परंतु त्यानेच दुग्धस्रवणास उत्तेजन मिळते.)

१४ वारेतून निघणाऱ्या संधुक्षाने दुग्धोत्पादनाचा निरोध होतो.

येथे सांगितलेले पिहितस्यंदाचे **परिणाम** पुष्कळ अंशी **सर्गप्रपिंडावर** होणारे आहेत. ते समजण्याकरता सर्गप्रपिंडासंबंधी माहिती करून घेणे अवश्य आहे. गर्भधारणा आणि गर्भविकास यासंबंधी विवेचन ३१ ते ३४ प्रकरणात आले आहे. तरी सारांशाने सर्गविषयक चार गोष्टी येथे सांगणे अवश्य आहे. त्या गोष्टी अशा:— पुरुषशरीरात मुष्काच्या अंतरपिस्तरापासून रेतुके उत्पन्न होतात. स्त्रियांच्या अंदुकीतील कुटीरानामक पुटकुळीत अंदुक उत्पन्न होते. दोहींचा संगम कुक्षिनलिकेत होऊन गर्भ उत्पन्न होतो. कुक्षीचे आस्तर मासिक पाळीत झडते आणि नंतर

पुनः उगवते. दोन पाळयांच्या मध्यंतरी अंदुक व रेतुक तयार होऊन कुक्षीत रुतून राहते. त्याच्याच अभिवृद्धीने गर्भ आणि भोवतालची वार यांची निर्मिती होते. कटीरेतून अंदुक निसटून गेले आणि गर्भधारण झाले म्हणजे कुटीरेत पीतपिंड तयार होतो. तो प्रसूतीनंतर थोड्या दिवसांनी जिरून जातो. गर्भारपणी दुग्धोत्पादक प्रपिंडाचा विकास होतो. प्रसूतीनंतर त्यात दूध उत्पन्न होते. रदुक तयार न झाल्यास ऋतूच्या अखेरीस पीतपिंड खचू लागतो. सरतेशेवटी त्याचा एक बिंदुमात्र व्रण होऊन राहतो तो पांढरा असतो.

पुरुषत्वप्रसार

मानवी समाजात जवळ जवळ जितके पुरुष तितक्याच बायका असतात. अनेक कुटुंबे काही संकेतानुसार एकमेकांशी व्यवहार करून समाज चालवितात. सर्व मानवी जातींचा एक समाज अजून झालेला नाही. पुष्कळ समाज एका धोरणात वागून एक राज्य किंवा राष्ट्र स्थापन करतात. अनेक राष्ट्रे आज पृथ्वीवर नांदत आहेत. अनेक राष्ट्रात एकोपा स्थापन होईपर्यन्त राष्ट्राराष्ट्रात झगडा होण्याचा संभव आहेच. एका राष्ट्रातल्या अनेक समाजात झगडे आहेत ते सौम्य स्वरूपाचे आहेत. ते मूर्त स्वरूप धारण करणार नाहीत अशी व्यवस्था प्रत्येक राष्ट्र करीत आहे. एका समाजाच्या अनेक कुटुंबात झगडे होण्याचा संभव असतो, पण त्यावर समाजाचे आणि राष्ट्राचे नियंत्रण असते. त्यामुळे तो दबला जातो. अशा रीतीने प्रत्यक्ष झगडा नाही तरी झगड्याला तोंड देण्याची तयारी प्रत्येक कुटुंबाला ठेवावी लागते. स्त्रीपुरुष आणि त्यांची अपत्ये मिळून एक कुटुंब असते. त्यांपैकी पुरुष झगड्याला तोंड देण्याची तयारी आपण होऊन ठेवीत असतो आणि स्त्री कुटुंबाची अंतर्गत व्यवस्था ठेवीत असते. पराक्रम हेच पुरुषत्वाचे गमक मानले गेले आहे, तसेच व्यवस्था टापटीप शांतता हे स्त्रीत्वाचे गमक मानले गेले आहे. पुरुषाच्या अंगी टापटीप व शांतता नसते आणि स्त्रीच्या अंगी पराक्रम नसतो असे नाही, पण ते त्यांचे प्रधानगुण नव्हत, एवढे खरे.

गुह्यांगाखेरीज इतर अंगामधे स्त्रीपुरुषात भेद असतो तो तेरा चौदा वर्षापासून पुढे नजरेस येतो. अगोदर तो अल्प असतो. अगोदर पुढील जीवनभेद ध्यानात आणण्याकरता मुद्दाम स्त्रीपुरुषांच्या शरीर सजवण्याच्या रीतीत भेद रूढ केलेले असतात. ते नसले तरीदेखील वयात आल्यावर त्यांच्यातील भेद सहज प्रकट होतात त्याबरोबर वर्तनातही भेद प्रकट होतात. हल्ली व्यक्तिशः पराक्रमाला अवकाश फार थोडा ठेवलेला आहे. जो ठेवलेला आहे तो सगळा पुरुषाकरताच ठेवलेला आहे. स्त्रियांच्या शांत आणि व्यवस्थित स्वभावाला कुटुंबातच भरपूर

अवकाश आहे. सामाजिक व्यवस्थेत अजून त्याचा समावेश करण्याची विशेष सोय झालेली नाही.

स्त्रीमध्ये गर्भ उत्पन्न करण्याचे सामर्थ्य हे प्रधान पुरुषत्व होय. या पुरुषत्वाची इंद्रिये गुह्य मानण्याची पद्धत आहे. पुरुषइंद्रियात दोन प्रपिंड असतात ते मुष्क होत. त्यातून स्राव निघतो त्यास रेत किंवा वीर्य म्हणतात. याखेरीज त्याच पिंडातून निराळी द्रव्ये उत्पन्न होऊन एकंदर रक्तात सामील होत असतात म्हणून त्यांना स्यंद म्हणतात. **पराक्रमादी पुरुषगुण स्यंदामुळे उत्पन्न होतात** असे हल्ली आढळून आले आहे. ते गुण रेतामुळे उत्पन्न होतात असा पूर्वी समज होता; पण तो चुकीचा आहे असे आता सिद्ध झाले आहे. रेत वाहणारे स्रोत असतात. स्यंद वाहणारे स्रोत नसतात. स्यंद रक्तवाहिन्यातच वाहतात. रक्तवाहिन्यांना धका न लावता स्रोत बंद केले तरी स्यंद बंद होत नाहीत, ते रक्तात जातातच. खरे जिवंत रेत मात्र बंद होते. उपरेत चालू राहते. ते स्थूल दृष्टीला रेतासारखेच दिसते. तथापि त्यात रेतुके म्हणजे रेतातील जीवपेशिका नसतात. त्यांची उत्पत्ती स्रोत बांधल्याने थांबते. उपरेत निर्जीव असते. रेत वाहण्याचे थांबवले म्हणजे ते शरीरात मुरते आणि त्यामुळे एकंदर शरीरास काही विशेष तेज येते अशी पूर्वी समजूत होती. ढोबळ अर्थाने ती योग्य होती. एकाद्या पुरुषाने जर मन:संयमाने रेत वाहू दिले नाही, इतकेच नव्हे तर मनातील वृत्तीच आवरल्या तर पुढे प्रपंच संभाळण्याचे कर्तव्य उरत नसल्यामुळ तो त्या विवंचनेतून मुक्त होईल आणि प्रपंची माणसापेक्षा सामाजिक व्यवहार करण्याला अधिक समर्थ होईल. पण असे घडल्याची उदाहरणे फार थोडी आहेत. कारण रेत न वाहू देण्याइतपत संयम केला तरी वासना घालवणे साधत नाही. त्या कोंडल्या जाऊन अंतरिंद्रियांना अपाय होतो.

पूर्ण संयमी माणसाचे प्राचीन **उदाहरण भीष्माचे** आहे. त्यांनी विवाह केला नाही, इतकेच नव्हे तर कोणताच संततिव्यवहार केला नाही; ऊर्ध्वरेता हे व्रत पाळले. त्याचा परिणाम त्यांच्या शरीरावर उत्तमच झाला. पहिल्या प्रतीचा तरुण योद्धा अर्जुन. त्याला त्यांनी स्वत: उतारवयात असताना रणांगणात जेरीस आणले. त्यांच्या मनाची खंबीरी उत्कृष्ट होती. पतकरलेली कामगिरी पार पाडताना आजोबा नातू हे नाते त्यांनी मानले नाही. तसेच रणांगणात देह ठेवण्यातही त्यांनी यत्किंचित् दु:ख मानले नाही. उलट समाधान मानले. द्रोण आणि कर्ण हे कौरवसेनापती संसारी होते. तरीसुद्धा त्यांनी रणांगणावर पुष्कळ पराक्रम केला. कर्ण तरुण आणि द्रोणाचार्य वृद्ध होते. आचार्यांचा पराक्रम

भीष्मापेक्षा काकणभर अधिकच होता. परंतु मनाच्या हळवेपणामुळे त्यांना अर्जुनावर मात करता आली नाही. भीष्मांची मनाची खंबीरी त्यांच्या ऊर्ध्वरेतेपणामुळेच होती असे मानण्यास जागा नाही, कारण तशीच खंबीरी कर्णामधेही होती.

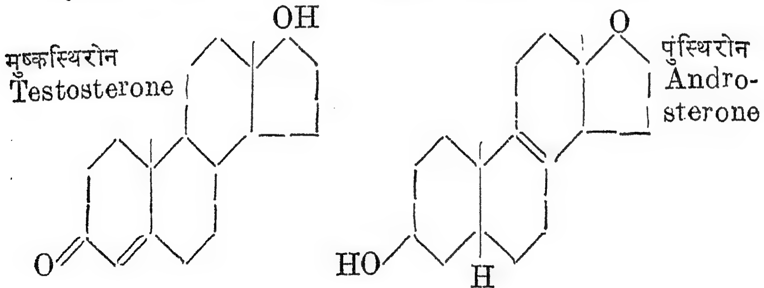
पन्नास वर्षांपूर्वी **रेतःस्रोत खंडित** करण्याची युक्ती निघाली तेव्हा काही-जणांनी अशी अपेक्षा धरली होती की, रेतःस्राव थांबल्याने स्यंद वाढतील आणि एकंदर शरीराचे बल, पराक्रम, तेज, यात काही विस्मयकारक वाढ होईल. परंतु आतापर्यंत हजारो लोकांवर हा प्रयोग होऊनही त्यात एकादा-सुद्धा भीष्मद्रोणासारखा वीर निघाला नाही. स्रोत तोडल्याने रेत उत्पन्न होण्याचे थांबते, **संततीचा संभव नाहीसा होतो. एवढीच गोष्ट सिद्ध झाली आहे.** अशा तऱ्हेचे प्रयोग एकदम माणसावर करण्यात आले नाहीत, ते प्रथम पशूवर करण्यात आले. त्यावरून कळून आले की, केवळ रेत बंद केल्याने केवळ संतती थांबणे एवढाच परिणाम होतो, पराक्रमादी इतर पौरुषात फरक पडत नाही. अशा प्रयोगात काही प्राण्यामधे सर्गप्रपिंडाची वाढ आढळून आली. त्यावरून स्यंद वाढणे शक्य आहे असे वाटून, माणसावर हे शसन केले असता पराक्रमादी गुण विशेष वाढतील अशी आशा उत्पन्न झाली होती.

आता सांगितले हे प्रयोग करता येण्यास शरीराच्या अवयवांची रचना चांगली बारकाईने माहीत असावी लागते, हे उघडच आहे. अशी ती शंभर वर्षांपूर्वी माहीत नव्हती. तेव्हा त्या वेळी **मुद्दाम पौरुष घालवण्याकरता** सर्गप्रपिंड मुळीच काढून टाकण्याचे प्रयोग करीत असत. त्यामुळे प्रधान आणि अप्रधान दोनही प्रकारचे गुण नाहीसे होत. तसाच परिणाम त्यांना इष्टही होता. राजे आणि सरदारमंडळी यांना आपल्या झनान्यात काम करण्याकरता ना स्त्री ना पुरुष अशी माणसे पाहिजे असत. त्याकरता काही दुर्दैवी मुलांवर शसनोपाय केले जात. शेतीकरता किंवा वाहने ओढण्याकरता पशू लागत ते षंढच असावेत, अशा धोरणाने त्यावर हे प्रयोग केले गेले तसे ते आजही करतात. बैल खच्ची करणे ही शेतकऱ्याला अवश्य वाटणारी गोष्ट आहे. खच्ची केलेला बैल शान्त राहतो, सांगावे ते काम धिमेपणाने करतो, उधळत नाही. त्याची चर्या गायरी होते. त्याचे वशिड ओसरते. त्याची गर्दनही ओसरते.

खच्ची केलेल्या प्राण्यावर पौरुष परत आणण्याचे प्रयोग केलेले आहेत. तसल्याच जातीच्या दुसऱ्या प्राण्याचे सर्गप्रपिंड काढून ते खच्ची केलेल्या प्राण्याच्या अंगात रोवणे हा एक प्रयोग आहे. अशा प्रयोगाने गेलेले पौरुष म्हणजे पराक्रमादी

गुण परत येतात, असा अनुभव आहे. सर्गप्रपिंड रोवण्याऐवजी त्यांचा अर्क काढून तो टोचून अंगात भरणे हा दुसरा प्रयोग होय. याही प्रयोगाने गेलेले गौण पौरुष परत येते. यावरून **स्राव आणि स्यंद या निराळ्या गोष्टी आहेत**, हे कळून आले. रेत हा सर्गप्रपिंडाचा स्राव आहे. गौण पौरुष देणारे मात्र स्यंद असतात ते रक्तात जातात.

सर्गप्रपिंडातून जे स्यंद निघतात त्यांनी पराक्रमादी गौण पौरुष गुण अंगात येतात, इतकेच नव्हे तर कामवासना येतात आणि त्या पूर्ण करण्याचे सामर्थ्यही येते. फक्त रेत उत्पन्न करण्यावर त्याचा परिणाम होत नाही; किंवा एकादे वेळी अनुकूल तर एकादे वेळी प्रतिकूलही होतो, असे आढळून आले आहे. हे **स्यंद** औषधे म्हणूनही हल्ली वापरण्यात आहेत. ते सर्गप्रपिंडातून काढावे लागतात असे नाही, तर ते **निकोप प्रकृतीच्या तरुणाच्या मूत्रात आढळून येतात.** इतकेच काय पण त्यातील संधुक्षे इतर द्रव्यापासून रसायनव्यापारांनी तयार करता येतात. त्यांची रासायनिक घटना माहीत झालेली आहे. **पुरुषत्वकारक संधुक्षद्रव्ये स्थिरोलमूलक असतात.** ती मुष्कप्रपिंडात उत्पन्न होतात. मुष्कस्थिरोन नामक एक द्रव्य आहे. त्यापासून पुंस्थिरोन उत्पन्न होते ते मूत्रातून बाहेर जाते. त्याची उत्पत्ती



मुष्कातील अंतरपिस्तर पेशिकात पित्तस्थिरोलापासून होते. ४ ते ९ mg मुष्कस्थिरोन प्रत्यही उत्पन्न होते. मुष्कस्थिरोनापैकी दोनतृतीयांश प्रोतीन संयुक्त असून बाकीचे तृतीयांश मोकळे असते. काही स्थिरोलमूलक द्रव्ये अधिवृक्ककवचात उत्पन्न होतात. पुरुषात अशी द्रव्ये अंशतः अधिवृक्ककवचात आणि अंशतः मुष्कात उत्पन्न होतात. मूत्रात उत्सर्ग पावणाऱ्या अशा द्रव्यांचा तृतीयांश मुष्कोत्पन्न असतो. मुष्कस्थिरोनामुळे शरीरात प्रोतीनचयन होण्यास उत्तेजन मिळते, मुष्कस्थिरोनापासूनच पुंस्थिरोन उत्पन्न होते. त्यामुळे पुरुषी गौण लक्षणे उत्पन्न होतात.

महाभारतात असे सांगितले आहे की, यदु आणि पूरु या दोनही वंशाचा मूळ पुरुष ययाती हाच होता. त्याचे चार मुलगे प्रौढ झाल्यावर त्याला वृद्धकळा यऊ लागली तेव्हा त्याने आपल्या मुलांना विचारले " तुमच्यापैकी कोणी आपले तारुण्य मला देण्याला तयार आहे काय ? यदूने 'मी नाही ' असे सांगितले म्हणून त्याला ययातीने आपला वारसा दिला नाही. पूरूने 'होय, मी देतो ' असे म्हटले म्हणून राजा ययातीने त्याला वारसा दिला. कैक वर्षे ययातीने दुसरे तारुण्य भोगले आणि मग ते पूरूला परत देऊन तो स्वर्गाला गेला. पंचवीस वर्षांपूर्वी **तारुण्य देणे घेणे** ही गोष्ट अगदी अशक्य वाटत होती. पण ती तितकीशी अशक्य आज वाटत नाही. प्रयोगकारांनी वृद्धत्वाचे काही काही अपकार सर्गस्यंदांनी दूर करून दाखविले आहेत; हे प्रयोग पशूवर झाले आहेत इतकेच नव्हे तर माणसांवरही झाले आहेत. उपरेतल प्रपिंडाच्या काही सामान्य विकृतीने मूत्राची वाट अडते. मुष्कस्थिरोनाने हा विकार घालविता येतो. ही विकृती वृद्धांना होते. वृद्धत्वाचे सर्वच दोष घालविणे अद्याप साधले नाही हे खरे. पण ययातीची गोष्ट अगदीच फोल आहे असे नाही. तरुणवयात पौरुष गेले असले तर ते एका रेतःस्रावाखेरीज इतर बाबतीत मिळविण्याचा उपाय निघाला आहे हे निश्चित आहे. **वृद्धावस्थाच नाहीशी करणे केवळ स्यंदाच्या आधीन नाही.**

स्त्रीत्वप्रसार

मानवी समाजामधे पुरुषाइतकेच महत्त्व स्त्रीला आहे. पुष्कळ कुटुंबे मिळून समाज झालेला असतो. अशा समाजातील कुटुंबांचे आतले व्यवहार संभाळणारी स्त्री आणि बाहेरचे संभाळणारा पुरुष अशी साधारणतः विभागणी असते. पुरुषाला स्त्रीच्या पोटी संतती होते. स्त्रीपुरुष आणि त्यांची संतती मिळून कुटुंब बनते. संतान उत्पन्न होण्याकरता स्त्रीच्या शरीरात पुरुषरेताचा एकादा बिंदू मात्र यावयास पाहिजे असतो. नंतर अपत्याची सर्व वाढ स्त्रीशरीरात तिच्याच रक्तापासून होते. पुरुषाचे सर्गप्रपिंड असतात ते जन्मापूर्वीच पोटाच्या कोठ्यातून बाहेर येतात. स्त्रियांना देखील सर्गप्रपिंड असतात, पण ते तिच्या पोटातच कायम राहतात. स्त्रीपुरुषांच्या बाह्य रूपात गुह्यांगात भेद असतो. त्याखेरीज इतर भेदही असतात. पण ते वयाच्या बारा तेराव्या वर्षानंतर स्पष्ट होतात.

मुलगी वयात येण्याचे बाह्य स्पष्ट लक्षण म्हणजे तिला **मासिक रजस् येणे** हे होय. हे रजस् म्हणजे खरोखरी गर्भाशयाचे तुटके आस्तर आणि त्या लगतच्या रक्तवाहिन्या तुटून बाहेर पडणारे रक्त होय. त्यात कणकण असतात म्हणून ते रजस् आणि ते लाल असते म्हणूनही ते रजस् होय. हे रजस् वाहून गेल्यानंतर

पुनः त्याची पुढची पाळी येण्यापूर्वी, साधारणतः दोन पाळयांच्या मधे रजस् सुरू झाल्यापासून बाराव्या तेराव्या किंवा चौदाव्या दिवशी दोन सर्गप्रपिंडांपैकी एकावर एक वाटाण्याएवढी पुटकुळी, **कुटीरा,** उगवून फुटते. तिच्यातून एक थेंब सुटतो त्यात अंदुक असते. त्याचा रेतुकाशी संयोग झाला नाही तर ते गर्भाशयातून बाहेर पडते. संयोग घडला तर रंदुक गर्भाशयात रुतून राहते. त्याचा गर्भ तयार होतो. गर्भ आहे तोवर आणि नंतर काही महिने पाळी बंद राहते. (प्र० ३१ पहा.)

गर्भाशयालाच कुसवा (कुक्षी) असे म्हणतात. स्त्रियांचे सर्गप्रपिंड कुक्षीच्या एकेका बाजूला एकेक असे दोन असतात. कुसव्याला धक्का न लावता ते काढून टाकता येतात. स्त्रीसर्गप्रपिंड म्हणजे **अंदुकी काढून टाकल्या असता** कुसवा असून रजस् येत नाही; इतकेच नव्हे तर इतरही अनेक अनिष्ट लक्षणे उद्भवतात. डोके दुखणे, मधून मधून तोंडावर लाली येऊन जाणे, अशा गोष्टी घडतात. स्तन सुकतात. मुखचर्या देखील बदलते. कोमलता जाते. हे शसन बालिकेवरच केले असता तिला रजोदर्शन कधीच घडत नाही. तिचा आवाज बालिशच राहतो. स्तन उमलत नाहीत. कटीर रुंदावत नाही. एकंदरीत ती वयाने प्रौढ झाली तरी शरीराने बालिकाच राहते. तिला कामवासना येत नाहीत; इंद्रियविकास झाल्यानंतर हे शसन केले असता कामवासना आलेल्या असतात त्या काहींच्या कमी होतात, तर काहींच्या कायम राहतात. कोणत्याही कारणाने सर्गप्रपिंड कायम ठेवून कुसवा काढून टाकला असता रजस् येत नाही आणि गर्भधारणा होत नाही. तरी इतर कोणताही प्रकृतीत बिघाड होत नाही. यावरून हे स्पष्ट होते की, (१) कुक्षी ही गर्भ वाढण्याची जागा आहे. इतर कोणत्याही रीतीने त्याचा संबंध बाईच्या आरोग्याशी किंवा मनःस्वास्थ्याशी नसतो. (२) **सर्गप्रपिण्डातून मात्र संततीला अवश्य असलेले अंदुक निघते इतकेच नव्हे तर स्त्रीविशिष्ट गुण इतर इंद्रियात उत्पन्न करणारे स्यंद त्यातूनच निघतात.**

प्रयोगविषयक प्राण्यांचे सर्गप्रपिंड, अंदुकी, काढून टाकून त्यांचा अर्क अंदुकीविहीन मादीप्राण्यांना दिला असता, अंदुकी काढून टाकण्याचे दुष्परिणाम टळतात. या अर्कात काय काय संधुक्षे आहेत त्याचा तपास रसायनी लोकांनी करून पाहिलेला आहे. अपेक्षित गुण देणारी अनेक द्रव्ये त्यात सापडली आहेत. **स्त्रीत्वकारक संधुक्षे अंदुकीत** असतात हे तर खरेच, पण ती **मूत्रामधेही** असतात. याहीपेक्षा आश्चर्य असे की, ती **पुरुषांच्या मूत्रातही आढळतात.** उलटपक्षी पुरुषांच्या सर्गप्रपिंडात आढळणारे मुष्कस्थिरोन स्त्रियांच्या मूत्रातही आढळते. स्त्रीपुरुषांच्या मूत्रात त्यांचे प्रमाण मात्र वेगळे असते.

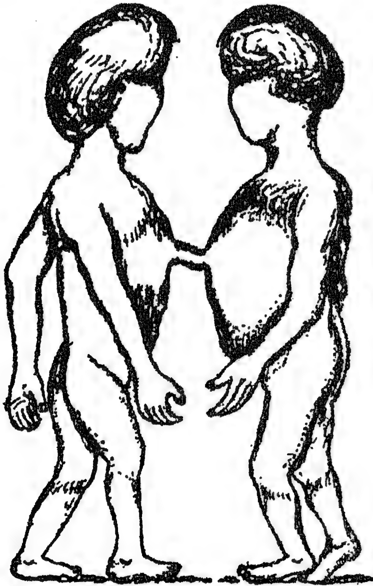
पुरुषत्वकर मुष्कस्थिरोन पुरुषाच्या मूत्रात दिवसाकाठी १ mg तर स्त्रियांच्या मूत्रात ०·५ mg असते (Evans p. 1492). पुरुषरक्तपिलसात ते १०० cc. त ०·६μg तर स्त्रीरक्तपिलसात ते ०·१μg असते. (Harper p. 404). पुरुषत्वकर आणि स्त्रीत्वकर संधुक्षाची रासायनिक घटना समजलेली असून अन्य द्रव्यापासून सोईस्कर रीतीने करता येण्याचेही साधले आहे. त्यांचा उपयोग आज औषध म्हणून होत आहे. ज्या मुलीला स्त्रीगुण कमी असतील तिला ते स्त्रीत्वाच्या उपयोगाने मिळवून देता येतात.

स्त्रीशरीराचे सार्थक गर्भधारणेने होते. असे घडले म्हणजे पाळी थांबते. गर्भाशयाच्या आस्तरात गर्भ गुरफटून राहतो. त्याचे पोषण नीटपणे व्हावे अशा धोरणाने रक्तवाहिन्यांची वाढ होते. तीन महिन्यांच्या आत कुसव्याचा कोठा गर्भाने भरून जातो आणि **गर्भाबरोबर** गर्भाशयही वाढू लागतो. ही वाढ नऊ महिन्यात पुरी होते. मग अपत्यजन्म होतो. तेथून पुढे कुक्षीचा आकार लहान होऊ लागतो. सुमारे तीन महिन्यांनी तो गर्भारपणापूर्वी होता त्यापेक्षा किंचित् मोठा होऊन राहतो. त्यानंतर लगेच किंवा काही महिने गेल्यावर मासिक पाळी पुनः येऊ लागते. या गोष्टी घडत असताना अंडुकीमधेही महत्त्वाच्या घडामोडी होत असतात. ज्या पुटकुळीतून अंडुक सुटून गेलेले असते त्या पुटकुळीच्या जागी आता एक **पिवळी गोळी** तयार होते. गर्भ तयार झाला नाही तर ही गोळी पाच सहा दिवसानंतर सुकू लागते आणि पाळीच्या शेवटी तिच्या जागी केवळ एक पांढरा ठिपका शिल्लक राहतो. त्यावेळी पुढची मासिक पाळी येते. गर्भ तयार झाला तर मात्र पिवळी गोळी सुकत नाही, वाढत राहते. गर्भारपणाच्या मध्याच्या सुमारास तिचा व्यास २५ mm. होतो. यानंतर ती लहान होता होता प्रसूतीच्या सुमारास १ cm. होते. ती प्रसूतीनंतर तीन महिन्यांनी पार जिरून जाते. प्रस्तुत गोळीस पीतप्रपिंड[1] म्हणतात. 1 Corpus luteum.

पीतप्रपिंडातून एकादा स्राव बाहेर पडण्यास स्रोत नसतो तरी त्यातून काही गर्भोपयोगी द्रव्ये निघून रक्तात सामील होतात, असे दिसून येते. उंदरी आणि सशी यांच्या पोटात गर्भ राहिल्यानंतर त्यांचा पीतप्रपिंड काढून टाकला तर त्यांचा गर्भ गळून जातो. पीतप्रपिंडाचा अर्क तयार करता येतो. तो अर्क पीतप्रपिंडहीन माद्यांना दिला असता त्यांचा गर्भ मात्र गळत नाही. यावरून हे सिद्ध होते की पीतप्रपिंडातून **गर्भधर स्यंद** निघत असतो. रसायनी लोकांनी या गर्भधर स्यंदाचीही घटना तपासून पाहिली आहे. अपत्य जन्मास आल्याने त्याला आपल्या रक्ताने वाढवण्याचे मातेचे कर्तव्य संपते. पण त्यावरोबरच त्याला आपल्या दुधाने वाढवण्याचे नवे कर्तव्य सुरू होते. स्तनामधील दूध उत्पन्न करणाऱ्या अवयवांचा

विकास गर्भारपणीच सुरू झालेला असतो. तो पूर्णतेस जाऊन आता हे कर्तव्य पार पाडण्यास माता समर्थ होते. हे सामर्थ्य तिला तिच्या अंदुकीमधील पीत-प्रपिंडामधे उत्पन्न होणाऱ्या स्यंदामुळे येते. पहिल्या गर्भारपणात ही गोष्ट विशेष स्पष्ट होते. त्यापूर्वी स्तन पूर्ण उमललेले नसतात. ससे व उंदीर या जातीत ही गोष्ट अगदी निर्विवादपणे दिसून येते. या जातीच्या मादीला कुमारपणी स्तन इतके बारीक असतात की ते आहेत की नाहीत हेसुद्धा सहसा कळून येत नाही. गर्भारपणी मात्र ते स्पष्ट होतात.

ज्यांच्या पोटात गर्भ नाही अशा माद्यांना सुद्धा पीतप्रपिंडाचा स्यंद टोचून दिला असता त्यांच्या स्तनांची परिणती घडून येते. आधुनिक शास्त्रज्ञांनी एक मोठी मजेदार प्रयोगाची रीत काढली आहे ती अशी :— दोन माद्या एकमेकीला रक्तवाहिन्यांनी जोडून घ्यावयाच्या. **सयामी जुळे** म्हणून एक जुळ्याचा प्रकार प्रसिद्ध आहे. एकाच बाईचे दोन गर्भ एकामेकास एकाद्या अंगाने जोडलेले असून ते तसेच जन्माला येतात. अशा जुळ्याला सयामी जुळे म्हणतात. शसनकार उंदीरमाद्यांना मुद्दाम अशा रीतीने जोडतात. त्यामुळे एकीचे रक्त दुसरीत जाऊ शकते. रक्तवाहिन्या जुळतात, चेतन्या जुळत नाहीत. अशा उंदीरमाद्या जुळल्यानंतर त्यातील एक गर्भार झाली तर तिचे स्तन उमल-तातच पण दुसरीचेही उमलतात. ही कामगिरी अर्थात पीतप्रपिंडस्यंदाची असते.



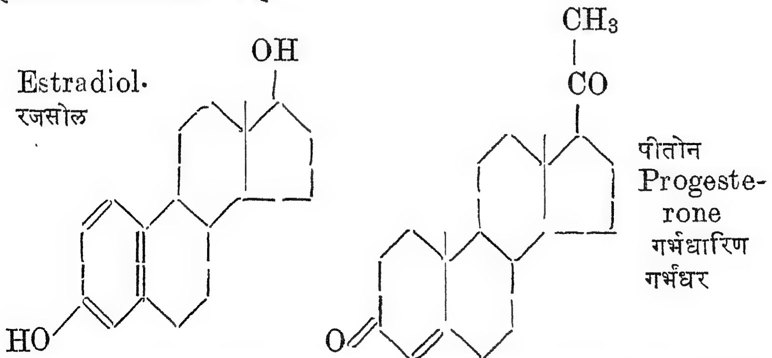
आ० ५९०५ सयामी जुळे.

मुलगी वयात आली म्हणजे तिच्या मनोभावनात फरक पडतो. विशेषतः मुलग्यासंबंधी तिच्या भावना वेगळ्या होतात. तदनुसार तिच्या वर्तनात फरक पडतो. ती विवाहास अनुकूल झाली, विवाह झाला म्हणजेही तिच्या वर्तनात आणखी फरक पडतो. ती गरोदर झाली म्हणजे तिच्या मनोभावना आणि वर्तन यात आणखी काही फरक पडतो. हा फरक पहिल्या गर्भारपणी विशेष असतो. **पहिले डोहाळे** म्हणजे काही विशेष अवस्था आहे. म्हणून त्या अवस्थेत असताना

इतरांनी त्या गर्भिणीशी विशेष ममतेने वागावे, तिचे अभिनंदन करावे, इत्यादि चाली पुराणकालापासून रूढ आहेत मनुष्यसमाजात नाना अवस्थेतले लोक असतात. कुटुंबात सुद्धा अशीच गोष्ट असते. वृद्ध असतात ते अनुभविक असतात. त्याना तरुणांमधे कोणत्या वेळी काय विचार येतील या गोष्टीची कल्पना असते. म्हणून काही झाले तरी विशेष खळबळ न होता कुटुंब आणि समाज ही सुरळीत चालावीत, अशाच बेताने चाली पडलेल्या असतात. समाजातील ज्ञानाच्या प्रगतीला अनुसरून त्यात काही सुधारणा पाहिजे असते. पण त्यांचा पुष्कळसा भाग जुनाच राहतो, हे साहजिक आहे.

स्त्रियांच्या शरीरात अंडुकीतील **कुटीरात उत्पन्न होणारी संधुक्षे अनेक** असतात ती रजस् उत्पन्न करणारी असतात. ती **स्थिरोलमूलक** असतात. त्यातील प्रमुख द्रव्य **स्त्रीमूत्रात** बाहेर पडते. त्यास रजसोल असे नाव दिले आहे. हेच द्रव्य वारेतही आढळते अंडुकी, वार, अधिवृक्क आणि मुष्क यामधे पुंस्थिरोनापासून सुद्धा असली द्रव्ये उत्पन्न होऊ शकतात. या संधुक्षांच्या योगाने (१) रजःस्राव थांबल्यानंतर रजःप्रवर्तक घडामोडी कुक्षी आणि कुक्षिनळचा यात सुरू होतात, (२) पिहित प्रपिंडातील कुटीराप्रेरक संधुक्षाची उत्पत्ती थांबते, (३) गौण स्त्रीत्वलक्षणे राखली जातात.

पीतप्रपिंडात उत्पन्न होणाऱ्या संधुक्षास **गर्भधर व पीतोन** अशी नावे आहेत. गर्भाच्या चवथ्या महिन्यापासून हे संधुक्ष वारेत उत्पन्न होते. त्याच्या योगाने कुक्षीत गर्भधारणेस योग्य घडामोड चालू होते, आणि अंडुकनिर्माण थांबते. याच्यासारखी द्रव्ये कृत्रिमरीत्या मिळू शकतात तीही रजोदर्शन थांबवतात. रजस् नाही म्हणजे नवीन गर्भनिर्माण नाही.



रजसोल अंडुकनिर्माणास अनुकूल आणि पीतोन प्रतिकूल असते. पीतोन गर्भाच्या वाढीस अनुकल असते. (प्र० ३१ पहा)

स्त्री की पुरुष ?

पुण्यामुंबईसारख्या लक्षावधी वस्तीच्या गावात वर्षभरात हजारो मुले जन्मतात. या मुलांपैकी काही पुरुष व काही स्त्री असतात. ज्याचे लिंग संशयित असते असे मूल पाचपंचवीस वर्षांनी एकादे दृष्टीस पडते. अशा संशयितलिंगमुलाचे पौराणिक उदाहरण द्रुपदपुत्र **शिखंडी** याचे आहे. उत्तर आयुष्यात शिखंडी पुरुष होता यात शंका नाही. त्याचे लग्न एका राजकन्येशी होऊन त्याला संततीही बरीच झाली होती. तो रथी होता. त्याने भारतीय युद्धात थोडाबहुत पराक्रमही केला. भीष्म आपले आजोबा म्हणून त्याशी युद्ध निकराने करण्यास अर्जुनाचे मन कच खाई तेव्हा भीष्मावर बाण मारण्यास शिखंडीला पुढे करण्यात आले. शिखंडी पूर्वायुष्यात स्त्री असल्यामुळे त्यावर भीष्म बाण मारीना. अर्जुन व शिखंडी या दोघांच्या बाणांनी भीष्म रणांगणात पडले. भीष्मांनी समाधान मानले की मी अर्जुनाच्या बाणांनी पडलो. अर्जुनाने समाधान मानले की, मी आजोबांना मारले नाही, शिखंडीने मारले!

शिखंडीचा जन्म झाला तेव्हा त्याच्या आईबापांना संशय आला की हे मूल पुरुष आहे का स्त्री आहे! आपसात चर्चा करून आपल्या मुलास पुरुष म्हणूनच वाढविण्याचे त्यानी ठरवले आणि तसेच केले. इतकेच नव्हे तर एका राजकन्येशी त्याचा विवाह लावून दिला. या कन्येने तक्रार केली की शिखंडी स्त्री आहे! मुलीचे आईबाप व्याह्या-जावयावर खूप रागावले. मुलीच्या बापाने सैन्य आणून द्रुपदाच्या राज्यावर आक्रमण करण्याचा घाट घातला. इतक्यात शिखंडी पळाला तो थेट हिमालयावर गेला. तेथे त्याने एका **गंधर्वाकडून आपले व्यंग नाहीसे** करविले. नंतर शिखंडी परत आपल्या राज्यात आला. आपल्याविरुद्ध घेतलेला संशय खोटा आहे, अशी तो फुशारकी मारू लागला. वेश्याकडून त्याची परीक्षा करावी असे वधूपक्षाने ठरविले. परीक्षा केली. शिखंडी उत्तीर्ण झाला. या वृत्तांतावरून असे अनुमान निघते की, शिखंडीला व्यंग होते ते अगदी वरकरणी गुह्यांगींच होते. मामुली शसन करून गंधर्वाने ते दूर केले. अशी व्यंगे आधुनिक काळातही मधून मधून नजरेस येतात. शिखंडीचे **व्यंग काय असावे याविषयी तर्क** करता येतो तो असा :– तीन महिन्यांच्या गर्भापत्यात असते तसे वृषण द्विधा असावे. मुष्क अशा द्विधाभिन्न वृषणात उतरलेले असावेत. शिस्नाचे अग्र (मेढ्र) सूत्रल तंतूंनी मागे आखडून बांधले गेले असावे. शिस्नाचा आकार काहीसा कमी असावा. मेहनी मात्र या शिस्नामधे योग्य रीतीने सामील असून योनी नसावी. गंधर्वाने शसन केले ते असे असावे की (१) शिस्नबंध कापून टाकला (२) वृषणदले एकत्र शिवली.

बाह्य मिथ्या द्विलिंगी पुरुष. Male external pseudohermaphrodite.

शिखंडीच्या कथेत **उपकर्ता गंधर्व** स्वतः पुरुष होता तो स्त्री झाला असे म्हटले आहे. स्त्रीची शिस्निका विशेष मोठी असल्याने ती पुरुष मानली गेली असल्याचा संभव आहे. याच कथेत असेच सांगितले आहे की, शिखंडीच्या मृत्यूनंतर या गंधर्वाला आपले पुरुषत्व परत मिळणार होते ! ते काही असले तरी तो **पुरुष केवळ नावालाच**, नकली होता, वस्तुतः स्त्रीच.

मिथ्याद्विलिंगी स्त्री. Female pseudohermaphrodite.

महाभारतात फार चमत्कारिक गोष्टी सांगितल्या आहेत त्यातील एक अशी आहे. **भंगास्वन** आणि **भांगस्वन** अशी दोन नावे एका राजाला होती. त्याला शंभर मुलगे होते. त्याने यज्ञ केला त्यात इंद्राला हविर्भाग नव्हता म्हणून इंद्राला राग आला. परिणाम असा झाला की, राजा वनात विहार करीत असता एका तळ्यात शिरला आणि स्नान करून बाहेर पडला तो काय ? लिंग बदलले ! पुरुषत्व जाऊन स्त्रीत्व आले ! ! मग राजा राज्यात गेलाच नाही. बाई झालेल्या भंगास्वनाने एका पुरुषाशी लग्न केले. परिणामी त्या भंगास्वन बाईलाही शंभर मुलगे झाले. इंद्राला पाहिजे होते ते काही साधले नाही. मग इंद्राने भंगास्वनाची भेट घेतली आणि विचारले 'ठीक आहे ना ?' भंगास्वनाने उत्तर दिले 'ठीक आहे, आनंद आहे.' इंद्राने विचारले 'पूर्वीचे पुरुषरूप पाहिजे का ?' भंगास्वनाने उत्तर दिले 'नको, चारुता आणि कोमलता, यामुळे मला स्त्रीरूपच अधिक प्रिय आहे.' स्त्रीगुणांचा गौरव एवढेच तात्पर्य असेल तर ही कथा ठीक आहे. पण बाकीच्या गोष्टी केवळ लाक्षणिक नसून खऱ्या आहेत असे मानणे कठीण आहे. **पुरुष आणि स्त्री अशा दोनही रूपात संतती विपुल असलेले द्विलिंगी[1] माणूस असंभवनीय** आहे.

(भंगास्वनकथा अनुशासन अ० १२) 1 Hermaphrodite.

शरीरतपासणी हा ज्यांचा नित्य व्यवसाय आहे त्यातल्या कित्येकांनी पन्नास पन्नास वर्षे व्यवसाय करून असले एकही उदाहरण पाहिलेले नाही. हल्ली पाश्चात्य देशात शरीर तपासणीची नोंद कसोशीने ठेवली जाते. तिजवरून कळते की, १९५५ पर्यंत ३८ द्विलिंगीपणाची उदाहरणे घडलेली माहीत आहेत ! एका माणसात **स्त्री आणि पुरुष या दोनही प्रकारचे सर्गप्रपिंड असले म्हणजे त्यास द्विलिंगी म्हणावयाचे** असा शास्त्रीय संकेत आहे. द्विलिंगत्व हा इतका विचित्रपणा

आहे की, त्याची इतकी उदाहरणे सापडणे हेसुद्धा नवलच समजले पाहिजे. दोनही प्रकारचे सर्गप्रपिंड असून बाह्य गुह्य भाग दोनही प्रकारचे असणे अशक्यच आहे. ते अर्धवट एका अर्धवट दुसऱ्या प्रकारचे असतात. स्त्रियांचे सर्गप्रपिंड उदरात राहतात पण पुरुषांचे उदरात उत्पन्न होऊन मग बाहेर उतरतात. ते उतरल्याखेरीज त्यात रेतोनिर्मिती होत नाही. द्विलिंगी माणसास रेत यावयाचे म्हणजे त्याचा एक तरी पुरुषसर्गप्रपिंड उतरलेला असून शिस्न व्यवस्थित असले पाहिजे. असे असून अंदुकी आणि कुक्षी, इतकेच काय पण योनी देखील, नीट पाहिजे. असे उदाहरण माहीत नाही. संपूर्ण द्विलिंगी नाहीत तरी अपूर्ण द्विलिंगी आढळतात.

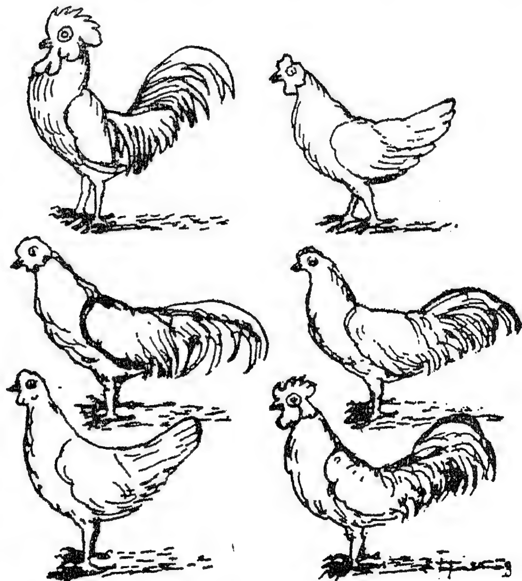
स्त्रियांनाच स्तन असतात असे नव्हे तर ते पुरुषांनाही असतात. तथापि पुरुषाचे स्तन बाळपणी मिटलेले असतात तसेच ते प्रौढपणी राहतात. स्त्रियांचे मात्र उमलतात, आणि त्यातून प्रसूतीनंतर दूध येते. पुरुषाचे स्तन उमलले आणि त्यातून दूध आले अशी काही उदाहरणे माहीत आहेत. उलट पुरुषाला मिटलेले सुद्धा स्तन नाहीत असे पाहण्यात नाही. अर्जुनाला नर असे पर्यायनाम आहे यावरून त्याला स्तन नव्हते असे काही लोक मानतात. जन्मापूर्वी जो **इंद्रियविकास** व्हावयाचा तो होत असताना **अर्धवट एका प्रकारे आणि अर्धवट दुसऱ्या प्रकारे** होऊन लिंगविपर्यास होत असतात.

पक्ष्यामधे नरमादी असा भेद असतो पण नरमादीपणाची प्रधान लक्षणे बाहेर दिसण्याजोगी नसतात. ती त्यांच्या शरीरात असतात. गौणलक्षणे मात्र बाहेर दिसतात. तीसुद्धा काही विशिष्ट जातीत, सर्वांत नाही. कुक्कुटजातीत गौणलक्षणे बाहेर दिसतात. पण काकजातीत दिसत नाहीत. पक्ष्यांच्या शरीरात सर्गप्रपिंड दोन नसतात एकच असतो. तो बहुधा डाव्या बाजूला असतो. उजव्या बाजूला प्रपिंड असतो तो निरर्थक असतो. त्यातून अंदुक किंवा रेतुक काहीच निघत नाही. त्याला बालेंद्रिय म्हणण्यास प्रत्यवाय नाही. पक्षी बाल असताना दोनही बाजूंना बालेंद्रियेच असतात. प्रौढपणी मात्र त्यातले एक मुष्क किंवा अंदुकी असे रूप धारण करते. **खच्ची करण्याचा प्रयोग पक्ष्यावर करावयाचा तर त्याचे पोट उघडून करावा लागतो.** तसे प्रयोग केलेले आहेत. त्यांचे परिणाम माणसात किंवा पशूत तसेच पक्ष्यात होतात. नराचे नरत्व जाते. प्रधान अवयव काढून टाकण्याने प्रधान तशी गौण लक्षणेही नाहीशी होतात.

आता सांगितलेले प्रयोग करण्याचे युग सुरू होण्यापूर्वीची एक गोष्ट प्रसिद्ध आहे ती अशी : एक पाळीव कोंबडी होती. ती साधारण एका वर्षाची झाल्यावर

कोंबडयाप्रमाणे दांडगी झाली. ती इतर कोंबडीगणाशी धटिंगणासारखी वागू लागली. कोंबडा जसे सर्व कळपाचे पुढारीपण घेतो तसे ती घेऊ लागली, होता होता तिला, नराला येतात तशी लांब लांब पिसे आली; डोक्यावर तुराही नराच्यासारखा आला; नराप्रमाणेच नख्या आल्या. सर्वांत चमत्कार मोठा हा की, खरोखरी आता तिला तो म्हणणे भाग आहे, आपल्या कळपातल्या दुसऱ्या माद्यावर कुरघोडी करून त्यांना रेत देती झाली!! नंतर या नराचा बळी देण्यात आला. तेव्हा तिच्या पोटातील अंडुकी क्षयरोगाने नाहीशी होऊन एरवी मुग्ध रहणारा दुसरा सर्गप्रपिंड वाढून नरातल्या सारखा झाला होता, असे आढळले. **कोंबडीचा कोंबडा झाला.** मादीचा नर झाला ! जी गोष्ट सहज घडली ती ही अशी आहे. यात मानवी प्रयत्नाचा भाग काही नाही. शेवटी कोंबडीचा झालेला कोंबडा मारून त्याचे अंतरंग तपासणे एवढाच मानवाचा प्रयत्न. या प्रयत्नाचे फल काय तर कोंबडाकोंबडी यातील समग्र फरक समजला, एवढी ज्ञानात भर पडली.

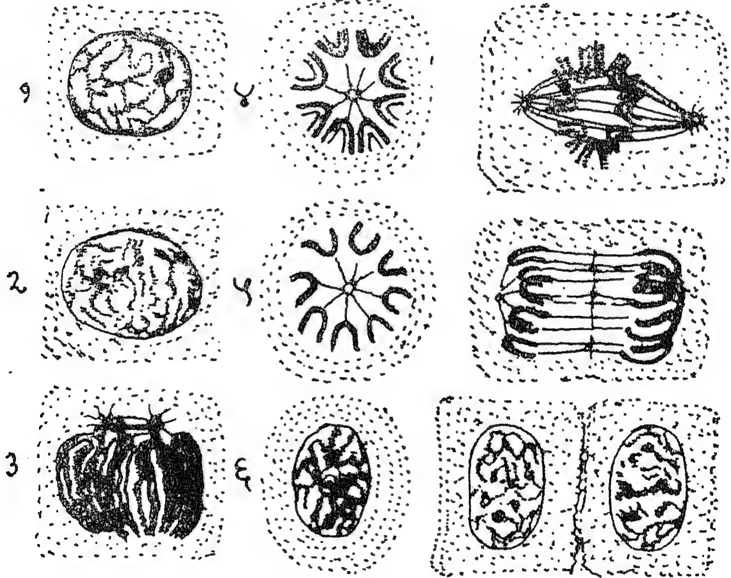
अलीकडील पाचपन्नास वर्षांत स्यंदासंबंधी जे प्रयोग शास्त्रज्ञांनी केले आणि त्यावरून जे ज्ञान मिळविले त्यामुळे त्यांना मानवी प्रयत्नाने कोंबडीचा कोंबडा किंवा उलट कोंबडयाची कोंबडी करता आलेली आहे. हा लाभ कौतुकास्पद आहे. **आज पुरुषत्वकर आणि स्त्रीत्वकर द्रव्ये माहीत झालेली आहेत.** ती वापरून हे चमत्कार पहावयास मिळतात. एकाद्या कोंबडीच्या अंगात कोंबडयाचा सर्गप्रपिंड रोवला तर त्या कोंबडीचा कोंबडा बनतो. तुरा उगवतो. लांब लांब शेपूटपिसेही उगवतात. उलट कोंबडयाच्या अंगी अंडुकी रोवल्याने त्याची



आ० ५९·६ स्त्रीपुरुष परिवर्तन कोंबडा कोंबडी

कोंबडी बनते. तुरा मावळतो, शेपूटपिसे गळतात. या शारीरिक भेदासह स्वभाव-भेदही घडून येतो. धिटाई दांडगाई मोठ्याने आरवण्याचे सामर्थ्य हे गुण पुरुषत्व-कर संधुक्षाने येतात. बुजीरपणा पिले संभाळण्याची आवड हे गुण स्त्रीत्वकर संधुक्षाने येतात. असले लिंग बदलण्याचे प्रयोग माणसावर कोणी करीत नाही. परंतु ज्यांना पुरुषत्व किंवा स्त्रीत्व कमी असलेले वाढवावयाचे असेल त्यांना मात्र त्या त्या संधुक्षाचा उपयोग औषध म्हणून करू देतात. त्यांचा तसा उपयोग होतोसुद्धा.

मनुष्यदेहात एका पेशिकेच्या दोन पेशिका होताना **स्त्रीपुरुषांच्या प्रकल घटनेत काही विशिष्ट भेद** दिसून येतात. पूर्वज पेशिकेतील प्रकल उमलून त्याचा एक लांब धागा तयार होतो. मग तो तुटतो. त्याचे ४८ तुकडे होतात. ती तनुके होत. तनुके विषुवरेषेवर जमतात. मग त्यापैकी प्रत्येकाच्या दोन उभ्या चिरफळ्या होतात. प्रत्येक चिरफळी हे एकेक तनुकच म्हणावे लागते. होता होता या तनुकांचे दोन गट होऊन विषुवाच्या दोनही अंगांना एकेका ध्रुवाकडे एकेक सरकतात. नंतर



आ० ५९·७ समकार. डावी-उजवी विषुवदर्शने मधले उजव्याचे ध्रुवदर्शन.
१ स्थायी प्रकल. २ उलगडलेला तंतू ३.तनुकयुगले. ४,५,६ विभाजन.

विषुवरेषेत पेशिका विभागते. अशा रीतीने एका पेशिकेपासन दोन पेशिका तयार होतात. या प्रत्येक पेशिकेत ४८ च तनुके राहतात. थोड्याच वेळात या तनुकांचा एकेक गोळा तयार होतो. तेच नव्या पेशिकेचे प्रकल होय. प्रकलातील तनुकांची संख्या जातिविशिष्ट असते. काही मक्षिकात ती अवघी ८ असते तर काही दबकामध्ये ती ७० असते. (दबक = डक.) 1 Chromosome.

प्रत्येक पौढ मनुष्य नर किंवा नारी असते. त्याच्या शरीराच्या प्रत्येक पेशिकेत **तनुकांची संख्या ४८ असते. या नियमास अपवाद** आहे तो **सर्गपेशिकांचा.** प्रत्येक अंडुकात किंवा रेतुकात २४ च तनुके असतात. ती एकवटून रंदुकात ४८ होतात. रंदुकापासून उत्तरोत्तर विभागणीने अपत्यदेह उत्पन्न होतो तेव्हा प्रत्येक अपत्यपेशिकेत ४८ च तनुके राहतात. अपत्य प्रौढ होऊन त्यात सर्गीय पेशिका निपजते तेव्हा मात्र ही संख्या २४ च होते.

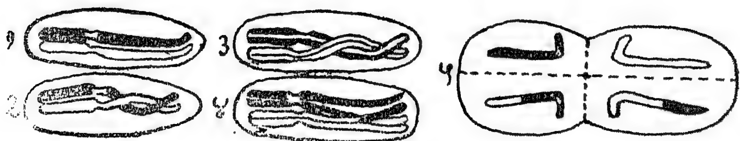
गेल्या पन्नास वर्षात शास्त्रज्ञांनी तनुकांचा अभ्यास फार कसोशीने केला आहे. त्यांना असे आढळून आले आहे की मानवाच्या सर्गेतरपेशिकेत तनुकांच्या २४ च जोड्या असतात. सर्गेतर पेशिकांना सर्गपेशिकांच्या अपेक्षेने स्थातुका[1] म्हणतात कारण त्या ज्या त्या शरीरात राहतात. सर्गपेशिकांना गंतुका[2] म्हणतात कारण त्या दुसऱ्या पिढीच्या देहात जातात. स्त्रीच्या स्थातुकातील सर्व तनुकांचा आकार सारखाच असतो. परंतु पुरुषाच्या शरीरातील पेशिकांपैकी स्थातुकातील सर्व तनुकांपैकी एक इतरांपेक्षा लहान असते. या तनुकाला विलक्षणतनुक म्हणून वि (Y) तनुक असे नाव दिले आहे. तनुकांच्या २४ जोड्या असतात. त्यांपैकी ज्या जोडीत हे विलक्षण तनुक असते त्या जोडीला लिंगतनुक म्हणता येईल. पुरुषाच्या लिंगतनूमध्ये विलक्षणतनुक असते. स्त्रीच्या लिंगतनूमध्ये विलक्षणतनुक नसते, वास्तविक स्त्रीची लिंगतनू वेगळी ओळखता येत नाही. तथापि पुरुषाच्या अपेक्षेने कोणत्यातरी तनुकांच्या जोडीला लिंगतनू म्हणणे भाग आहे. **विलक्षणतनुक नसणे हेच स्त्रीलिंगाचे लक्षण** होय.

1 Somatic. 2 Gamete.

वर्णनाच्या सोयीकरता तनुकांना क ख ग घ, च छ ज झ, ट ठ ड ढ, त थ द ध, प फ ब भ, य र ल व, अशी चौवीस एकाक्षरी नावे द्यावी. शेवटची व ही जोडी लिंगतनू कल्पावी. या भाषेत बोलणे करताना स्त्रियांची लिंगतनू व व असे म्हणावे लागते. पुरुषांची लिंगतनू मात्र व वि अशी सांगावी लागेल, कारण तिच्यातील दोन तनुकांपैकी एक विलक्षण आहे. पुरुषांच्या शरीरात रेतुक तयार होते तेव्हा ते ज्या पेशिकेतून उत्पन्न होते तिच्यातील प्रकलातल्या तनुकांच्या जोड्या

क क, ख ख इ० व वि पर्यंत असतात. यातून दोन पेशिका उत्पन्न होताना यांची वाटणी क ख इ. व पर्यंत एक आणि क ख इ. वि पर्यंत दुसरी अशी होते. पहिल्यात व तनुक असते पण वि तनुक नसते, दुसऱ्यात वि तनुक असते, पण व तनुक नसते. प्रत्येकातील तनुकांची संख्या २४ च असते. स्त्रीच्या शरीरात जेव्हा अंदुक तयार होते तेव्हा ते ज्या पेशिकेतून तयार होते त्यात विलक्षणतनुक नसतेच. तेव्हा एकीच्या दोन पेशिका होताना दोनही पेशिकामधे क ख इ. व पर्यंत तनुकेच असतात; अधिक उणे काही नसते. एकंदरीत असे दिसून येते की सर्व अंदुके एकाच घटनेची असतात, पण सर्व रेतुके तशी नसतात. ५० टक्के रेतुकात क ख ते व अशी तनुके असतात, तर ५० टक्के रेतुकात क ख ते वि अशी तनुके असतात. विलक्षण तनुके असलेल्या रेतुकाचा अंदुकाशी संयोग झाला तर पुल्लिंगी गर्भ उत्पन्न होतो आणि विलक्षण तनुक नसलेल्या रेतुकाचा अंदुकाशी संयोग झाला तर स्त्रीलिंगी गर्भ उत्पन्न होतो. **स्त्रीलिंगी गर्भ उत्पन्न होण्याचा जितका संभव तितकाच संभव पुल्लिंगी गर्भ उत्पन्न होण्याचा असतो.**

एका स्थातुकापासून दोन स्थातुके उत्पन्न होतात तेव्हा ती समघटनेची असतात प्रत्येकात ४८ च तनुके असतात. **स्थातुकापासून सर्गपेशिका** उत्पन्न होतात तेव्हा मात्र त्या प्रत्येकात २४ च तनुके राहतात. म्हणून पहिल्या पेशिका-विभजनास (विभागणीस) **समंकार**[1] आणि दुसऱ्या विभागणीस **अर्धंकार**[2] अशी नावे दिली आहेत. अर्धंकार होत असताना व्यक्तिशः तनुके देखील जशीच्या तशी रहात



आ० ५९·८ अर्धंकारात दोन तनुकांतील द्रव्यविनिमय आणि दोन तनुकांची चार तनुके होताना अंतर्गत द्रव्यरचना सर्वांची भिन्न झाली आहे.

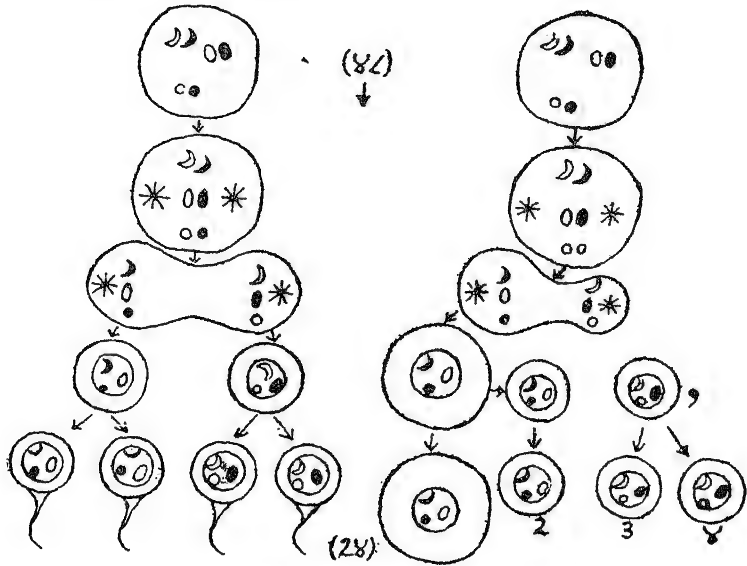
नाहीत तनुकाच्या दोन चिरफळ्या होतात. सदृश तनुकांच्या जोड्या जमतात. जोडीची तनुके एकमेकाभोवती विळखा घालतात. तनुकार्धे झालेलीच असतात. पिळवटताना त्यांच्यात द्रव्यविनिमय होण्यास संधी मिळते. नंतर विळखा सुटतो. असे होताना तनुकार्धांचेही तुकडे होतात. नंतर ते जुळतात, पण निराळ्याच जोडीदारांशी. यामुळे अंतर्गत द्रव्याची पिचणी होते, एकमेकात देवघेव होते.

1 Mitosis. 2 Meiosis.

गंतुकांच्या उत्पत्तीसंबंधी नकाशा शेजारच्या आकृतीत दिला आहे. डावीकडे रेतुकोत्पत्ती आणि उजवीकडे अंदुकोत्पत्ती दाखविली आहे. तनुके सहा दाखविली आहेत. अर्थात त्यांच्या जोडचा तीन तीन जमतात.

परंतु त्यांचाच न्याय ४८ तंनुकांनाही लावता येतो.

तीन टप्प्यात पहिले विभजन दाखविले आहे. यामुळे डावीकडे दोन समसमान पेशिका उत्पन्न होतात. पण उजवीकडे दोन विषम पेशिका उत्पन्न होतात, एक मोठी दुसरी लहान.



आ० ५९.९ अर्धकार नकाशा

डावीकडे दुसऱ्या विभाजनाने दोहीच्या चार पेशिका समसमानच उत्पन्न होतात. यांची वाढ होऊन चार रेतुके[1] तयार होतात. 1 Spermatozoa.

उजवीकडे मोठ्या पेशिकेतून पुनः एक मोठी एक लहान अशा दोन पेशिका तयार होतात.

उजवीकडे या लहान पेशिकेतून पुनः दोन लहान पेशिका कधी होतात, कधी होत नाहीत.

उजवीकडे एकूण दोन किंवा तीन लहान पेशिका तयार होतात. त्यांच्यापासून संतती होत नाही. त्या त्याज्य असतात. त्यांच्यात प्राकलांश थोडा असतो.

प्राकलाचा बहुतांश मोठ्या पेशिकेत राहतो. हीच पेशिका अंडुक[1] बनते. त्याज्य पेशिका अंडुकाच्या काठाशी असते म्हणून तिला प्रांतपेशिका म्हणतात.

1 Ovum. 2 Polar body. (भाग १ पृ० ६९८ पहा)

सर्गप्रपिंडातील ज्या पेशिकेचे प्रथमतः अर्धकार विभजन होते तिला अपक्व रेतुका किंवा अंदुका म्हणतात. या विभजनाने सिद्ध होणाऱ्या अर्धकृत पेशिका अपक्व रेतुका किंवा पक्व अंदुक होत. दुसरे विभजन झाल्यावर मात्र त्या पक्व झाल्या असे म्हणावयाचे.

अपक्व रेतुका Primary spermatocyte

पक्व रेतुक Spermatid

अपक्व अंदुका Primary oocyte आरेतुक (भाग १ पृ० ३५०)

आपक्व रेतुका Secondary spermatocyte

पक्व अंदुक Mature ovum.

आपक्व अंदुका Secondary oocyte.

मुष्कातील रेतोदायक नलिकात रेतुके तयार होतात. या नलिकात अपिस्तराचे तीन थर असतात. सर्वाबाहेर ठोकळ पेशिका असतात. त्यात पुमान विश्रांत सर्गपेशिका[1] असतात. मधल्या थरात दोन रांगा असतात त्यातील बाहेरच्या रांगेत अपक्व रेतुके आणि आतील रांगेत आपक्व रेतुके असतात. आतल्या थरात पक्व रेतुके असतात. तारुण्यात यापासून परिपक्व रेतुके बनतात. पक्व रेतुकास शेपूट नसते, परिपक्वास असते. संभोगसमयी रेतोनिषेक होतो. एका निषेकात लाखो रेतुके असतात. अंदुकाशी एकाचेच मीलन होते. परंतु त्यांची संख्या निदान साठ हजार असल्यावाचून तेही मीलन होत नाही. (भाग १ पृ. ६९७)

1 Spermatogonium.



प्रकरण ६०

अनुवंशता

आपण सर्व आपल्या पूर्वजांचे वंशज आहोत. आपणासर्वामधे आपसात काही साम्य आहे, कारण आपण सर्व मनुष्यजातीय आहोत. त्यातल्या त्यात आपल्या मातापितरांशी आपले सर्वाधिक साम्य आहे. आपण आपल्या एका आयुष्यात तीन चार पिढ्या पाहू शकतो. कधी कधी पाच सहा पिढ्या सुद्धा नजरेस पडतात. असे पुष्कळ वेळा आढळते की, एकाद्याचे रूपसाम्य त्याच्या मातापित्यापेक्षा पितामहाशी किंवा प्रपितामहाशी किंवा पितामहीशी अधिक असते. आपण आपल्या रूपाचे महत्त्व मानतोच पण पुष्कळ प्रसंगी कर्तृत्वाचे महत्त्व अधिक मानतो. कर्तृत्वगुणही रूपाप्रमाणे वंशपरंपरेने थोड्या फार अंशाने आपल्याला मिळतात. कर्तृत्वाचे मोजमाप करणे आणि त्याजविषयी दुसऱ्याची खात्री पटवणे फार कठीण आहे. म्हणून वंशपरंपरेने मिळणाऱ्या संपदेपैकी रूपगुणाविषयीच नियम शास्त्रज्ञानी निश्चित केले ते आता पाहून घेतले पाहिजेत.

मेंडेल म्हणून एक ऑस्ट्रियन पुरोहित होता. त्याने सुमारे शंभर वर्षांपूर्वी झाडांच्या संततीविषयी नियम बांधले. त्याने पिवळे आणि हिरवे **वाटाणे** यांच्यात संकर घडविला. त्यापासून जी संतती झाली ती सर्व पिवळी निघाली. या संततीतील काहींचे त्याने स्वपरागायन[१] होऊ दिले आणि इतरांचे अन्यपरागायन[२] केले. तेव्हा प्रत्येक प्रसंगी संततीमधे तीन पिवळ्यास एक हिरवा असे प्रमाण आढळून आले. प्रयोग पुढे चालविले असता आढळले की :- वाटाण्यांची संतती स्वयंपरागायनाने होऊ दिली तर (१) हिरव्यांची संतती हिरवीच राहते. ही शुद्ध हिरवी होय. (२) पिवळ्यांतील एक तृतीयांशाची संतती पिवळीच राहते. ही शुद्ध पिवळी होय. (३) बाकीच्यापैकी दोन तृतीयांशाची संतती पिवळी राहते आणि राहिलेल्या एक तृतियांशाची संतती शुद्ध हिरवी निपजते. याचप्रमाणे नंतरच्या पिढ्यातही अगोदरच्या पिवळ्यातून पिवळे आणि हिरवे वाटाणे पृथक् म्हणजेच शुद्ध पिवळे किंवा शुद्ध हिरवे होत जातात. या घटनेला मेंडेल याने **गुणपृथक्-करण**[३] असे नाव दिले. पिवळ्या हिरव्यांची मिळून जी पहिली पिढी झाली ती सर्व पिवळी दिसली खरी, पण तिच्यात खरोखरी हिरवा गुण लपलेला होताच. पिवळा आणि हिरवा या गुणांपैकी पिवळा प्रभावी[४] होता तो दिसला, हिरवा

अप्रभावी[5] होता तो दिसला नाही, पण पुढील पिढीत दिसला. पहिल्या पिढीत सर्व वाटाणे अशुद्ध पिवळे होते. त्यातूनच पुढे शुद्ध पिवळे व शुद्ध हिरवे असे दोनही मूळचे वर्ग शुद्ध म्हणजे पृथक् झाले. प्रथमदर्शनी ही गोष्ट चमत्कारिक वाटणारी आहे.

1 Self pollination. 2 Cross pollination. 3 Segregation of characters. 4 Dominant. 5 Recessive.

आता शुद्ध हिरवा वाटाणा आणि अशुद्ध पिवळा वाटाणा यांचा संकर घडविला असता काय होईल पहा. अशुद्ध पिवळा म्हणजे पिवळा (प्रभावी) + हिरवा (अप्रभावी) असे असल्यामुळे शुद्ध हिरव्याशी संकर होऊन (१) शुद्ध हिरवा आणि (२) अशुद्ध पिवळा म्हणजे पिवळा दिसणारा परंतु अप्रभावीपणे ज्यात निम्मा हिरवा आहे असा, याप्रमाणे ५० : ५० या प्रमाणात संतती होईल. अनुभव असाच येतो. अर्थात अनुभव एकाद्या जोडण्याच्या संततीत नक्की असाच येईल असा नियम नाही. एकंदर व्यक्ती शेपन्नासाच्या घरात असल्या पाहिजेत. म्हणजे कसर २, ३ वर येत नाही. शुद्ध हिरवा म्हणजे मातेकडून आणि पित्याकडूनही हिरवाच. अशुद्ध पिवळा म्हणजे मातेकडून हिरवा पित्याकडून पिवळा, किंवा मातेकडून पिवळा पित्याकडून हिरवा, मातापिता या दोनहीकडून अर्धा अर्धा दाय आपल्याकडे येतो, हे ध्यानात ठेवले म्हणजे या गोष्टींचा उलगडा सहज होतो. पित्याकडून किंवा मातेकडून आलेल्या अप्रभावी गुणास दुजोरा न मिळाल्यामुळे संतती अशुद्ध होते हे ध्यानात येण्याला संतती पाहिल्याशिवाय किंवा पूर्वज पाहिल्याशिवाय गत्यंतर नसते. **एकादा गुण दुसऱ्या गुणाच्या प्रभावाने लपला जातो** तो हुडकून काढण्यास सोपा उपाय नाही.

दोन शुद्धांची संतती शुद्ध निपजते यात काहीच नवल नाही. पण दोन अशुद्धापासून एकद्वितीयांश शुद्ध निघते हेच नवल आहे. अशुद्ध पिवळ्या वाटाण्यांची संतती ५० टक्के शुद्ध निघते. दिसावयास २५ टक्के हिरवी असते ती अशुद्ध असते. ७५ टक्के पिवळ्यात २५ टक्केच शुद्ध पिवळी असते आणि बाकीची ५० टक्के अशुद्ध पिवळी असते. हा अशुद्धपणा त्यांच्या संततीत मात्र कळून येतो. एकूण ५० टक्के शुद्ध आणि ५० टक्के अशुद्ध अशी संतती मिळते. ५० टक्के शुद्धापैकी जितकी शुद्ध हिरवी तितकीच शुद्ध पिवळी असते, हे आहेच.

सशांमध्ये काळा पांढरा असे दोनही रंग आढळतात. काही ससे काळे असतात तर काही पांढरे असतात. आता शुद्ध काळी मादी आणि शुद्ध पांढरा नर ससा असा संयोग झाला तर त्याची संतती सर्व काळी होते. (पिढी$_2$). यावरून काळेपणा

हा प्रभावी असून पांढऱ्यावर मात करणारा आहे हे उघड आहे. ही संतती वरकरणी जरी काळी असली तरी तिच्यात निम्मा पांढरा गुण आहे असे दिसून येण्याला या काळ्यांना शुद्ध पांढरे जोडीदार द्यावे म्हणजे झाले. त्यांच्या संततीत (पिढी$_3$) निम्मे शुद्ध पांढरे आणि बाकीचे काळे निपजतील. या काळ्यांची संतती (पिढी$_4$) पुनः पांढऱ्या बरोबरच करून पहावी. पुनः निम्मी संतती पांढरी निघेल. शुद्ध काळ्याबरोबर केली तर निम्मी शुद्ध काळी निघेल. बाकीची दिखाऊ, अशुद्ध काळी राहील.

गवळी धनगर इत्यादी पशुपाल लोकांना अनुवंशतेच्या काटेकोर ज्ञानाचा फार उपयोग होतो. गवळी लोकांना एकादी गाय केवळ दुधाकरता पाहिजे असते तेव्हा तिची स्वतःची तपासणी करून त्याचे काम भागते. परंतु मादी संततीकरताच पाहिजे असेल तेव्हा तिला संतती झाल्यावर सवदा करणे अव्यवहार्य ठरते. परंतु तिच्या आईबापांच्या माहितीवरून मात्र तिच्या संततीविषयी चांगला अंदाज बांधता येतो. साधारण माणसाला गाईच्या आईच्या चौकशीचे स्वारस्य चांगले कळते. पण तिच्या बापाच्या चौकशीचे मर्म कळत नाही. आधुनिक गवळी जाणतात की, एकाद्या गायीची आई चांगली दुधाळ असली म्हणजे ती दुधाळ असते असा नेम नसतो. तिच्या बापाची आई दुधाळ असली तर ती दुधाळ निघण्याचा संभव पुष्कळ असतो. दुधाळ संततीसाठी जर गाय घ्यावयाची तर ती स्वतः दुधाळ-पाहिजेच. पण तिचा वळूसुद्धा दुधाळ जातीचा पाहिजे, त्याची आई दुधाळ असली पाहिजे. **दुधाळपणाचा** गुण केवळ मातेकडून येतो असे नव्हे तर तो **पितामहीकडूनही** येतो, किंबहुना तोच प्रभावी असतो.

ज्या गवळ्याला चांगला दुधाळ कळप थोडक्यात सावकाशीने तयार करावयाचा आहे तो खूप पैसा खर्च करून दुधाळ गायी घेण्यापेक्षा सहज स्वल्पात मिळतील त्या गायी घेऊन एक उत्तम दुधाळ गायीच्या पोटचा वळू खरेदी करतो आणि त्यांची संतती वाढवतो. अशाने सर्व कन्यारूप संतती निदान मध्यम मानाने तरी दुधाळ निपजते. अशी संतती अर्थात् संततिदृष्टचा अशुद्ध दुधाळ असते. या नव्या गायीकरता तो गवळी दुसरा शुद्ध दुधाळ जातीचा वळू आणतो. अशा रीतीने त्याला जी **तिसरी पिढी** मिळते ती मात्र **शुद्ध दुधाळ** मिळते. गाईची बाल्यावस्था चार वर्षांच्या आत संपते. म्हणून चांगला वळू घेऊन साधारणतः पाच वर्षांत एक दुधाळ कळप तयार होतो. संततिदृष्टचाही चांगला कळप दहा वर्षांत तयार होऊन साधारण बऱ्यापैकी दुसरेही दोन कळप तयार होतात. त्याकरता

आणखी एक चांगला वळू घ्यावा लागतो. **वळू म्हणजे अर्धा कळप** अशी म्हण यावरून निघाली आहे. कळपाचे वार्षिक संवर्धन असे :–

वर्ष	गायी	कालवडी	वासऱ्या	खोंडवासरे	वळू
१	१६	०	८	८	१
२	१६	८	८	८	१
३	१६	१६	८	८	१
४	१६	२४	८	८	१
५	जुन्या ८ नव्या ८	२४ दुधाळजात	८	८	१

खोंड ज्या त्या वर्षाअखेर काढून टाकावयाचे आणि वासऱ्या कालवडी गणावयाच्या. चौथ्या वर्षी किंवा तिसऱ्याच वर्षी कालवडी वयात येताच पहिला वळू काढून टाकावयाचा, दुसरा घ्यावयाचा. नव्या जितक्या गायी तयार होतील तितक्या जुन्या त्याचवेळी काढन टाकावयाच्या. आपल्याकडे वर्षात १५०० शेर दूध देणारी गाय बऱ्यापैकी समजतात. युरोप अमेरिकेत वर्षात ३००० शेरापेक्षा कमी दूध देणारी गाय गोठ्यात ठेवण्यास गवळी तयार होत नाहीत. परदेशात जे गायींचे संवर्धन शक्य आहे ते आपल्याकडेही शक्य आहे असा अनुभव येत आहे. साधारण गवळ्यात शास्त्रनिष्ठा आणि दीर्घ प्रयत्न यांचीच काय ती वाण आहे.

माणसामधे डोळ्याच्या **कनीनिकेचा रंग** वेगवेगळा असतो. काहीजणात काळा तर काहीत पिंगा, तर काहीत घारा असतो. काळ्या किंवा पिंग्या डोळ्यात रंगीत दाणे असतात. काळ्यात भरपूर असतात पिंग्यात कमी असतात, पण घाऱ्यात मुळीच नसतात. घारे डोळे अवर्ण तर पिंगे व काळे सवर्ण असतात. शुद्ध सवर्ण नेत्र आणि शुद्ध अवर्ण नेत्र असणाऱ्यांना जी संतती होते तिच्या सर्वांचे डोळे सवर्ण उमटतात पण ती सवर्णता शुद्ध नसते. दोन अशुद्ध सवर्णांना जी संतती होते तिच्यात चतुर्थांश शुद्ध सवर्ण, चतुर्थांश शुद्ध अवर्ण आणि द्वितीयांश अशुद्ध सवर्ण निपजते. त्यांचे अशुद्धत्व अर्थात त्यांच्या संततीतच कळून येते. एरवी ते सवर्णच समजले जातात. हे उदाहरण वर दिलेल्या पिवळ्या हिरव्या वाटाण्यासारखे किंवा काळ्या पांढऱ्या सशासारखे असते. प्रत्येक माणसाच्या डोळ्यातला रंग जर पाहून घेतला आणि त्यांच्या नात्यातील माणसांचा वंशवृक्ष रेखाटला तर ही अनुवंशता स्पष्टपणे कळून येते.

पितरांकडून आपल्याला मिळते एक पेशिका. एकीकडून सवर्णता आणि दुसरीकडून अवर्णता मिळाली म्हणजे अपत्यात सवर्णता अशुद्ध उत्पन्न होते. दोहीकडून सवर्णता किंवा दोहीकडून अवर्णता मिळाली म्हणजे अपत्यात शुद्ध सवर्णता

किंवा शुद्ध अवर्णता उत्पन्न होते, असा या घटनेचा अर्थ लागतो. हाच न्याय सशांच्या शुभ्रता व कृष्णता या गुणांना, दुधाळपणा बिनदुधाळपणा या गायींच्या गुणांना आणि हिरवेपणा व पिवळेपणा या वाटाण्याच्या गुणांना लागू पडतो, हे उघड आहे. मेंडेल याने जेव्हा असले प्रयोग केले तेव्हा त्याला पेशिकाप्रकलातील तनुकांची माहिती नव्हती, आता ती मिळाली आहे इतकेच नव्हे तर तनुकामध्येही आणखी पोटभाग असून त्यातील एकेका भागावर एकेक गुण अवलंबून असतो, असे आता म्हणता येते. प्राणिशरीरात जेव्हा सर्गपेशिका तयार होते तेव्हा तिच्यातील तनुकांची विभागणी अर्धकारस्वरूपाची होते. एकेका अपत्यपेशिकेत अर्धेच पूर्वजगुणक येतात. पूर्वजात सारखी सारखी तनुके असली तरच अपत्यात ती तशी येतील. पूर्वजात एकादी जोडी विषम असली तरच अपत्यात ती तशी येतील. पूर्वजात एकादी जोडी विषम असली तर अपत्यापैकी एकात एक तर दुसऱ्यात निराळेच येणार हे उघड आहे. ही एका पितराची जनकाची किंवा जननीची गोष्ट झाली. तशीच दुसऱ्याची. दोनही पितरांकडून मिळणारा दाय एकवटून अपत्य बनते. तेव्हा अपत्यात आणखी अधिकच विविधता उत्पन्न होते. या गोष्टींचे चित्रण एका चौकाच्या एका कोनाच्या काठावर गुणक आणि चौकोनात गुणाकार मांडून चांगले करता येते.

(१) माता शुद्ध अवर्ण आणि पिता शुद्ध सवर्ण असताना

पित्याच्या सर्गीय पेशिका		स	स
मातेच्या सर्गीय पेशिका	अ	अस	अस
	अ	अस	अस

सर्व अपत्ये अशुद्ध निपजतात. कारण सर्वात सवर्णता प्रभावी आहे.

(२) दोन अशुद्ध सवर्णांच्या संयोगाचा परिणाम पाहू :

पित्याच्या सर्गीय पेशिका		अ	स
मातेच्या सर्गीय पेशिका	अ	अअ	अस
	स	अस	सस

१ शुद्ध अवर्ण. १ शुद्ध सवर्ण. २ अशुद्ध सवर्ण

— वरून दिसायला एक अवर्ण, तीन सवर्ण

(३) एक शुद्ध अवर्ण आणि एक अशुद्ध सवर्ण यांच्या संयोगाचा परिणाम पाहू.

पित्याच्या सर्गीय पेशिका		अ	स
मातेच्या सर्गीय पेशिका	अ	अअ	अस
	अ	अअ	अस

२ शुद्ध अवर्ण. २ अशुद्ध अवर्ण

येथे चाणाक्ष वाचकांच्या लक्षात येईल की स्त्रीपुरुष–निर्मिती किंवा **लिंगनिश्चय** याच न्यायाने होत असतो. सारख्याच लांबीची तनुके असणे हे स्त्रीलक्षण आहे. या बाबतीत स्त्री शुद्ध असते. या दृष्टीने पुरुष अशुद्ध ठरतो. कारण त्याच्या चोवीस तनुकांच्या जोड्यांपैकी एका जोडीत एक विलक्षण तनुक (आखूड) असते. एक अशुद्ध (पुरुष) आणि एक शुद्ध (स्त्री) असाच संयोग नेहमी होत असतो. म्हणून प्रजेमध्ये जितके पुरुष तितक्याच स्त्रिया उत्पन्न होतात.

येथे अ हा अप्रभावी गुण आहे आणि स हा प्रभावी सद्‌गुण आहे असे समजू या. अशा स्थितीत शुद्ध सद्‌गुणी आणि शुद्ध दुर्गुणी यांची प्रजा सद्‌गुणी पण संततिदृष्टचा अशुद्ध सद्‌गुणी निघते असे (१) वरून दिसून येते. पुढे अशा अशुद्ध सद्‌गुणी प्रजेची आपसात संतती, चतुर्थांश शुद्ध सद्‌गुणी आणि तीन चतुर्थांश व्यक्तिशः सद्‌गुणी, पण संततिदृष्टचा चतुर्थांश शुद्ध सद्‌गुणी आणि द्वितीयांश अशुद्ध सद्‌गुणी निपजते असे (२) वरून दिसून येते. रक्तसंबंधी लोकांची लग्ने झाली तर जो दुर्गुण पित्यात प्रच्छन्न तोच मातेत प्रच्छन्न असणे संभवते. असे असल्यास चतुर्थांश अपत्ये शुद्ध दुर्गुणी निपजतात. पशुसंवर्धन करणारे प्रवीण शुद्ध सद्‌गुणी वळू बाळगण्याची काळजी का घेतात ते यावरून कळून येईल.

आतापर्यंत गुणांची एक जोडी कल्पून विचार केला आहे. आता अशा दोन जोड्या असल्या तर निपज कशी होईल ते पाहू या. पुनः वाटाण्यांचे उदाहरण घेऊ. वाटाण्यात सुवृत्त म्हणजे वाटोळे स असा एक प्रकार, रेषाळ म्हणजे सुरकुतलेले र असा दुसरा प्रकार, पिवळा प हा तिसरा प्रकार आणि हिरवा ह हा चौथा प्रकार घेऊ या. हिरवेपणावर पिवळेपणा मात करतो आणि रेषाळपणावर सुवृत्तपणा मात करतो हे ध्यानात ठेवावे. सुवृत्त पिवळा आणि रेषाळ हिरवा यांचा संकर रेषाळ पिवळा होतो. त्याच्यात सुवृत्तता आणि पीतता असे दोन प्रभावी गुण आणि रेषालुता व हरितता असे दोन अप्रभावी गुण मिळून चार गुण असतात. त्याची खूण स प र ह अशी ठरते. आता याच्या ज्या सर्गीय पेशिका होतात त्यात सप, पर, सह किंवा रह असे गुण असतात. सर की पह असे मात्र संच होऊ शकत नाहीत. कारण पिवळेपणा किंवा हिरवेपणा हे स्वतंत्र गुण आहेत ते एका तनुकात असू शकत नाहीत. तसेच सुवृत्त आणि रेषालुता यांसंबंधीही समजावे.

पितृसर्गीय पेशिका		स प	प र	स ह	र ह	
	स प	स स प स	स प प र	स स प ह	स प र ह	
		सुवृत्त पीत	सुवृत्त पीत	सुवृत्त पीत	सुवृत्त पीत	
सर्गप्रकार		१ ला	२ रा	३ रा	४ था	सर्ग-प्रकार
	प र	स प प र	प प र र	स प र ह	प र र ह	
		सुवृत्त पीत	रेषालु पीत	सुवृत्त पीत	रेषालु पीत	
सर्गप्रकार		२ रा	५ वा	४ था	६ वा	सर्ग-प्रकार
	स ह	स स प ह	स प र ह	स स ह ह	स र ह ह	
		सुवृत्त पीत	सुवृत्त पीत	सुवृत्त हरित	सुवृत्त हरित	
सर्गप्रकार		३ रा	४ था	७ वा	८ वा	सर्ग-प्रकार
	र ह	स प र ह	प र र ह	स र ह ह	र र ह ह	
		सुवृत्त पीत	रेषालु पीत	सुवृत्त हरित	रेषालु हरित	
सर्गप्रकार		४ था	६ वा	८ वा	९ वा	सग-प्रकार
दिखाऊ प्रकार		१ ला	२ रा	३ रा	४ था	

एकंदरीत व्यक्ती :– सुवृत्त पीत ९, सुवृत्तहरित ३, रेषालु पीत ३, रेषालू हरित १.

वेगवेगळ्या गुणांच्या वाटाण्यांची निपज पाहिली तशी ती वेगवेगळ्या गुणांच्या गायीबैलांचीही पाहता येईल. दुधाळपणा, बिनदुधाळपणा, आणि धवलपणा (पांढरेपणा), शबलपणा (मिश्रवर्णता), असे चार गुण निवडून त्या संबंधीही असेच कोष्टक बनविता येईल. बिनदुधाळपणावर दुधाळपणा मात करतो आणि धवलपणावर शबलपणा मात करतो, हे ध्यानात ठेवले असता वरीलप्रमाणेच अनुभव येतो. माणसाच्या बाबतीतसुद्धा शोध केला असता प्रस्तुत कोष्टकाचा

ताळा मिळतो. **अवर्णनेत्रता, सवर्णनेत्रता,** आणि **विंशांगुलित्व, अभ्यधिकांगुलित्व** म्हणजे वीस बोटे असणे आणि त्याहून अधिक बोटे असणे, असे चार गुण निवडता येतील.

येथे आपण दोनच प्रतियोगी[1] जोड्यांचा विचार केलेला आहे. मनुष्याच्या शरीरातील प्रकलामध्ये तनुकांच्या २४ जोड्या असतात. प्रत्येक तनुकात अनेक जनुके[2] असतात. गुणांच्या जोड्या २४ पेक्षा अधिक, चोविसाच्या काही पटीने असण्याचा संभव आहे. फळावर उपजीविका करणारी एका जातीची माशी आहे. तिच्या शरीरातील तनुकामध्ये केवळ डोळ्यांचा रंग दाखविणारी जनुके आहेत. त्यांच्या जोड्या १४ आहेत. या माशीच्या प्रकलामध्ये केवळ ८ जनुके आहेत. माणसाची प्रकलागणिक तनुकेच सहापट आहेत. जनुके तर कितीतरी पट असण्याचा संभव आहे. माणसांच्या जनुकांचा अभ्यास विशेष झालेला नाही. तूर्त प्रत्येक तनुकात एकेकच जनुक कल्पिले तरी माणसांचे किती प्रकार असू शकतील, याविषयी कल्पना गणिताने करता येण्यासारखी आहे.

1 Allelomorph. 2 Genes.

गुणांच्या दोन जोड्या असताना प्रकार चार झालेले आहेत. $४ = २^{२}$ यावरून गुणांच्या जोड्या २४ असल्या तर व्यक्तिप्रकार $२^{२४}$ होतील.

$२^{२४}$ = १०,००,००० हून थोडे अधिक
= $१०^{७}$,,
= एक कोटी ,,

अशा रीतीने व्यक्ती तितक्या प्रकृती या म्हणण्याचा भरपूर ताळा मिळतो. ही गणती केवळ दिखाऊ शरीर या दृष्टीची झाली. आता सर्गीय दृष्टीने प्रकार पाहिले तर ते वरील कोष्टकातील उदाहरणात $९ = ३^{३}$ असल्याचे दिसून येते. यावरून गुणांच्या जोड्या २४ च असल्या तरी सर्गीय प्रकार—

$३^{२४}$ म्हणजे १००,०००,०००,००० हून थोडे अधिक
$१०^{११}$,,
एक खर्वाहून थोडे अधिक होतील.

एकेका तनुकाच्या जोडीत जनुकांच्या जोड्या पुष्कळच असतात. त्यामुळे सर्गदृष्ट्या प्रकार किती पटीने असले पाहिजेत ते कळून येते.

व्यंगांचे अनुहरण

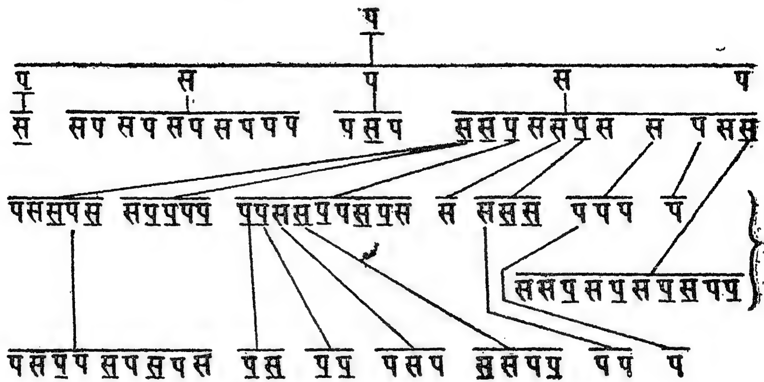
एकंदर समाजामधे जी लक्षावधी माणसे असतात त्यापैकी बरीचशी निरोगी असतात. पण काही थोडी काहीना काही व्याधीने पीडित असतात. त्यातले काही

व्याधी उघड उघड बाह्य कारणाने झालेले असतात. काही बाह्य कारणांनी झालेले असतात पण विशेष शोध केल्याखेरीज त्यांची कारणे समजत नाहीत. पडझड, मारामारी, यात शरीर दुखावते. अन्नपाणी बिघडल्याने शरीर बिघडते. प्लेग देवी असले रोग अन्य बाह्य कारणानी जडतात. काही व्याधी मात्र अशा असतात की त्या कोठून येतात ते समजत नाही. त्यांची कारणे अंतर्गतच असतात. काहीजणांना अगदी लहानपणीच डोळ्यातील भिंग गढूळ होणे हा विकार होतो. त्यामुळे अंधत्व येते. इतरही काही डोळ्याचे भाग बिघडून अंधत्व येते. काही विकार तर जन्मसिद्धच असतात. काहींच्या डोळ्याचे इतर भाग बिघडून अंधत्व येते. काहींच्या डोळ्याचे ज्यायस भाग पांढरे असण्याऐवजी निळे असतात. काहींचे रंगज्ञान अपुरे असते. काहींचे रक्त शरीरातून बाहेर पडताच त्वचेच्या संपर्काने आळावे तसे आळत नाही. यामुळे अगदी क्षुद्र ओरखड्याने सुद्धा रक्तमोक्ष अनावर होऊन मृत्यू येतो, असल्या विकारांची कारणे अंतर्गत, किंबहुना जन्मापूर्वी शरीराची घडण होत असतानाच उत्पन्न झाली असली पाहिजेत, याविषयी शंका नाही.

वंशपरंपरेने येणाऱ्या शरीराच्या दुर्बलतेचे उदाहरण म्हणून माझे स्वतःचेच सांगण्यासारखे आहे. आतडे उदरातच असावयाचे ते अंशतः तेथून खाली जांघाडातील फटीतून घसरणे, याला **अंत्रगळ** म्हणतात. हा विकार मला माझ्या ४१ व्या वर्षी झाला. तो मी लगेच शस्त्रक्रियेने दुरुस्त करून घेतला. माझ्या वडिलांना हा विकार होता तसा तो पितामहानाही होता. त्याना तो केव्हा जडला ते माहीत नाही. तथापि तो प्रौढ वयातच जडला होता असे ऐकले आहे. मला भाऊ दोन त्यापैकी थोरल्याला तो विकार साठाव्या वर्षी जडला. धाकट्या भावाला तोच पन्नासाव्या वर्षी जडला. मला मुलगे तीन. त्यापैकी थोरल्याला हा विकार वयाच्या सतराव्या वर्षी झाला. त्याला मुलगा एक. त्याला हा विकार जन्मतःच एका बाजूला होता. तिसऱ्या वर्षी तो शसनाने नीट करून घेतला पण नंतर एका वर्षाने तो त्याला दुसऱ्या जांघाडात झाला. माझा दुसरा मुलगा मोठा आहे. त्याला हा विकार नाही. त्याला मुलगा आहे त्यालाही नाही. माझा तिसरा मुलगा तीस वर्षांचा आहे. त्याला हा विकार तान्हा असतानाच झाला. पण विशेष उपाय न करता तो आपोआप नाहीसा झाला. माझे मामा व मातामह यांना हा विकार नव्हता. मुलांच्या मामा-मातामहानाही नाही. पण मामाच्या मुलांपैकी एकाला होता तो शसनाने नीट करून घेतला आहे.

जन्मसिद्ध व्यंगापकी **बोटे आखूड असणे** हे एक व्यंग आहे. या व्यंगासंबंधी एक वंशावळ प्रसिद्ध आहे ती अशी :– प पुरुष. स स्त्री : अ रेखित सव्यंग.

पाचव्या पिढीत एकंदर ६९ माणसांपैकी ३८ जणांना हा विकार आहे. चवथ्या पिढीतील पहिल्या कुटुंबाचे जनक वेगळे जननी एक आहे. या वंशवृक्षात पाच पिढ्या दाखविल्या असून जोडीदार दाखविले नाहीत. ते सर्व अव्यंग होते. प्रस्तुत वंशवृक्षावरून कळून येते की, (१) अशा अव्यंगाची साधारणतः निम्मी

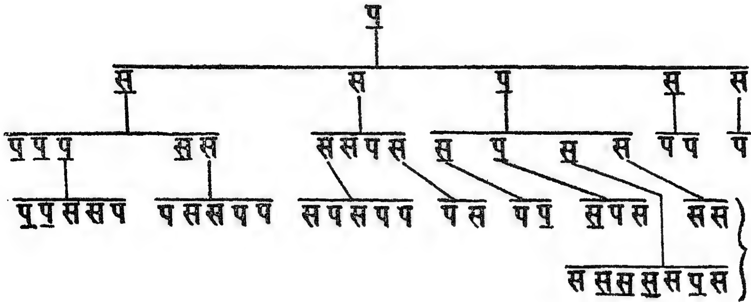


आ० ६०·१ वंशावळ

प्रजा सव्यंग निपजते. एकंदर माणसांची संख्या मोठी असली तरच हे प्रमाण जमते. (२) प्रस्तुत व्यंग स्त्रीपुरुषामधे सारखेच उमटते. (३) हे व्यंग अव्यंगांच्या प्रजेत उद्भवत नाही. सव्यंगाच्या प्रजेत उद्भवते. अशा गुणास प्रभावी[1] गुण म्हणतात. कारण असा गुण माता किंवा पिता यापैकी कोणाही एकाच्या अंगी असला तरी तो अपत्यात उमटतो, त्याला दुजोऱ्याची गरज नसते. मेंडेलच्या प्रयोगात पिवळ्या आणि हिरव्या वाटाण्यापासून जे पिवळे वाटाणे निपजतात त्यासारखी या लोकांची गत असते. पिवळा रंग हिरव्यावर मात करतो, त्याचप्रमाणे हे व्यंग अव्यंगावर मात करते. पिवळ्या हिरव्यापासून झालेल्या वाटाण्यात अशुद्ध पिवळा वाटाणा म्हणतात तसाच हा सव्यंग माणूस अशुद्ध सव्यंग होय. अशा अशुद्ध सव्यंगात सर्गपेशिका असतात त्यातील निम्म्यात व्यंगवाले तनुक असते, निम्म्यात नसते. म्हणून निम्मी प्रजा सव्यंग आणि निम्मी अव्यंग निपजते. शुद्ध सव्यंग प्रजा सहसा निर्माण होत नाही. अशी प्रजा निर्माण होण्यास **दोन सव्यंगांचे जोडपे** जमले पाहिजे. अशी उदाहरणे क्वचित् आढळतात, नाही असे नाही. पण त्यांची प्रजा सहसा जगत नाही. तिच्यात व्यंग फार मोठे उमटते. एक उदाहरण ग्रंथांतरी दिलेले आहे त्यात मूल उपजले त्यास हातपाय मुळीच नव्हते, असे आहे !

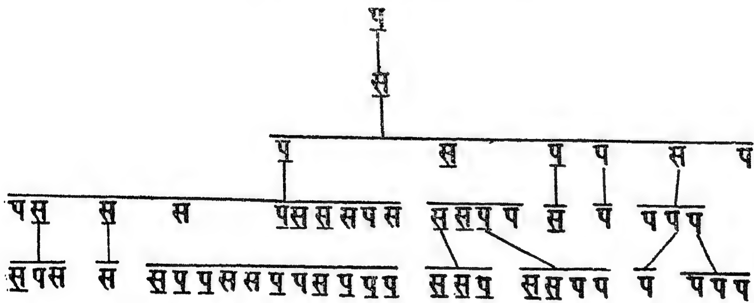
1 Dominant.

अल्पवयी **मोतीबिंदू** हा एक व्याधी असा आहे की तो आता सांगितलेल्या व्यंगाप्रमाणे वंशपरंपरेने उद्भवतो. हा गुण, वस्तुतः दुर्गुण, प्रभावी आहे हे या वंशवृक्षावरून समजून येईल. तत्त्वतः हा आणि अगोदरचा वंशवृक्ष सारखेच आहेत. यातही जोडीदार दर्शविले नाहीत. ते सर्व अव्यंग होते, असे समजावयाचे.



आ० ६०·२ वंशावळ

डोळ्यातील चैतनिक पटलाचा एक विकार आहे त्याने अल्पवयातच **रात्रिदृष्टी** कमी होते. मध्यम वयात मुळी सर्वच दृष्टी नाहीशी होते. यासंबंधी एक वंशवृक्ष असा :— यातही जोडीदार अव्यंग समजावयाचे.

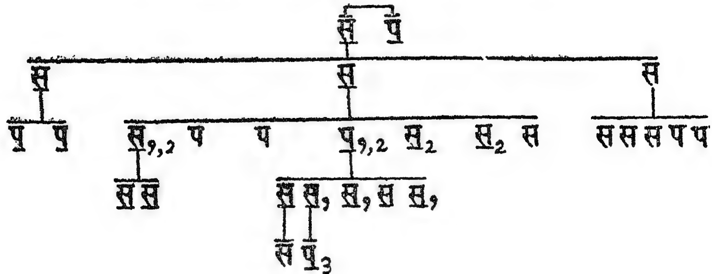


आ० ६०·३ वंशावळ

डोळ्यातील कनीयसाभोवतालचा **ज्यायस भाग** वास्तविक पांढरा असावयाचा पण तो काही जणामधे **निळा** असतो. या विकाराबरोबर अशा पुष्कळ जणामधे **हाडे ढिसूळ** असणे, हाही विकार आढळतो. असाच आणखी इतरात बधिरता हा दोष आढळतो. अशा सव्यंगांचा एक वंशवृक्ष असा :— येथेही जोडीदार अव्यंग समजावे.

१ ढिसूळ हाडे. २ बधिरता. ३ हृद्विकार.

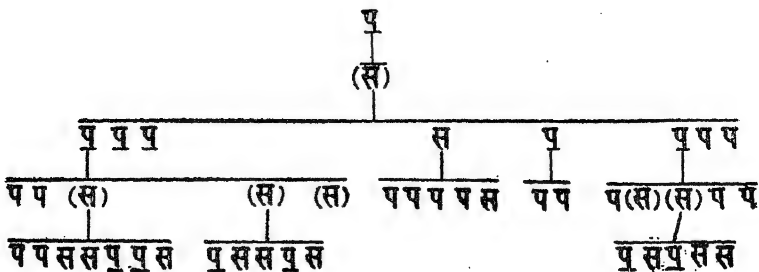
येथे दिलेल्या वंशवृक्षात जी व्यंगे दाखविली आहेत त्यांची गंभीरता किती आहे ते दर्शविले नाही. तथापि हे ध्यानात ठेवण्यासारखे आहे की, ती एकाच पिढीत विविध असते. पिढीच्या क्रमाने ती कमी किंवा अधिक होत जाते, असे नाही. उदाहरणार्थ मोतीबिंदूच्या वंशवृक्षातील चवथ्या पिढीतील पहिल्या पाच जणांचा जो



आ० ६०.४ वंशावळ

पिता (पिढी$_3$) आहे त्याचा स्वतःचा मोतीबिंदू अगदीच क्षुद्र आहे. परंतु त्याच्या मुलांपैकी एक मोतीबिंदूने पूर्ण आंधळा झाला आहे. त्याच्या मातेची (पिढी$_2$) दृष्टीही बरीच कमी होती. डोळे तपासण्याची साधने आज उपलब्ध आहेत. त्यामुळे क्षुद्र दोषही उघडकीस येऊ शकतात. त्यांचा उपयोग केल्यानेच यथार्थ माहिती मिळते.

रंग समजणे हा डोळ्याचा विशेष गुण आहे. पण तोच काही जणात नसतो सर्वच व्यवहारात रंग ओळखता येण ही गोष्ट महत्त्वाची. त्यातल्या त्यात रेल्वेमधे काम करणारांना ती विशेष अवश्य आहे. या कामाकरता माणसे निवडताना,



आ० ६०.५ वंशावळ

त्याना रंग ओळखता येतात की नाही ते मुद्दाम पहावे लागते. ज्यांच्या मध्ये रंग ओळखता न येणे हे व्यंग असतें अशांची एक वंशावळ शेजारी आहे. जोडीदार अव्यंग समजावे. वंशावळीत ( ) विषमयोगी.

पाचव्या पिढीतील किती स्त्रिया सदोष आहेत ते त्यांची संतती पाहिल्यावर समजेल. येथे जेवढे लोक रंग न ओळखणारे सव्यंग आहेत तेवढे सर्व पुरुषच आहेत, असे दिसून येते. या सर्वांना आपल्या मातेकडून तो गुण मिळालेला आहे. अशा **सदोष माता स्वतः अव्यंग** आहेत. पण त्यांना दोषावह गुण आपल्या केवळ पित्याकडून मिळालेला आहे, कारण त्यांच्या माता निर्दोष आहेत. पुरुषांना एकट्या मातेकडून मिळालेला दोष व्यंगरूपाने उमटतो, पण तसाच तो स्त्रियांना मिळाला असता उमटत नाही. या गोष्टींचे रहस्य तनुकातील जो भेद आहे त्यावरून लक्षात येईल. स्त्रियांच्या शरीरात सारख्या सारख्या तनुकांच्या २४ जोड्या असतात, पण **पुरुषांच्या शरीरात** तशा तेवीसच असतात. **चौविसावी जोडी विषम** असते. यातले जे लांबट तनुक 'व' त्यात हा दोषावह गुण असला पाहिजे. कारण त्याच्या जोडीत त्याचा दोष लपविणारे तनुक नाही, असा याचा अर्थ होतो, प्रस्तुत दोषावह गुण किंवा त्याचे अधिष्ठान असलेले जनुक हे प्रभावी असते का नसते ? असा प्रश्न येथे उत्पन्न होतो. पुरुषात एकटेच असते आणि प्रकट होते यात नवल नाही. स्त्रियात विषम तनुक नसते. त्यांत समांचीच जोडी असते. त्यांच्यात असे दोषी जनुक असते यात संशय नाही. कारण त्यांना ते पित्याकडून मिळालेले आहे आणि त्यांच्या मुलात (पुरुषामधे) उतरलेले स्पष्ट दिसलेही आहे. ते स्त्रियात स्पष्ट दिसत नाही. कारण असे की त्यांच्यात ते समतनुकापैकी एकात आहे पण स्वतः प्रभावी नाही. जोडीच्या तनुकातील त्याच्या विरोधकाने त्याचा गुण झाकला जातो. प्रस्तुत वंशवृक्षावरून दोन गोष्टी सिद्ध होतात : (१) वर्णदोषी जनुक अप्रभावी[1] असते (२) ते लिंगतनुकाच्या आश्रयाने राहते.

1 Recessive.

स्त्री-पुरुषांची तनुकघटना व व, वि व अशी दर्शवतात. वि हे विलक्षण तनुक होय. ते पुरुषातच असते. वर्णदोषी पुरुषात वि च्या जोडीने राहणारे व हे तनुक दोषी जनुक धारण करते. त्यामुळे तो पुरुष सव्यंग ठरतो. अशा पुरुषांच्या संततीत वि पुरुषाकडेच जाते. किंबहुना वि ज्या अपत्याकडे जाते ते पुमान निपजते. अशा पुरुषाची जोडीदार स्त्री जर निर्दोष असेल तर त्याची पुरुषसंतती निर्दोष होईल. कारण तिच्यात व निर्दोषच राहणार. त्याची स्त्रीसंतती अव्यंग निपजेल पण ती सदोष असणार, म्हणजे ती आपल्या संततीस सदोष जनुक देणार, त्यामुळे

पुमान संतती सदोष सव्यंग निपजणार. व ला जोडीदार वि मिळणार. स्त्रीसंततीत मात्र सदोष स्त्री अपत्य सव्यंग होण्याकरता जोडीदार पुरुष सव्यंगच असला पाहिजे. नसेल तर एक व सदोष, दुसरा व निर्दोष अशी जोडी होईल. हा दोष अप्रभावी असल्यामुळे उमटणार नाही. **व व या जोडीतील दोनही व सदोष असले तरच दोष व्यंग रूपाने उमटेल.**

रंग ओळखता न येणे हे व्यंग काही व्यवसायात मोठेच हानिकारक आहे. रेल्वे किंवा लष्कर यात रंगीत खुणा वापरावयाच्या असतात. तेथे अशी माणसे मुळीच उपयोगी नाहीत. चित्रकाराच्या व्यवसायात हे व्यंग पुष्कळ जाणवणारे आहे. सामान्य व्यवसायात सुद्धा काही काही प्रसंगी असा माणूस थट्टेचा विषय होण्याचा संभव आहे. तथापि असे पुष्कळ व्यवसाय आहेत की तेथे असा माणूस काही अपकार न होता चालू शकेल. अशा सव्यंग माणसाचे जीवित धोक्यात येण्याचा संभव फारच थोडा असतो. **डोळयांच्या** अनेक **विकारांचे अनुहरण** म्हणजे वंशपरंपरेने जाणे कसे घडते ते आतापर्यंत सांगितले तेच आता शेजारी दिलेल्या कोष्टकात पाहू.

वर्णांधता हे एक अप्रभावी जनुकाचे उदाहरण आहे. आता दुसरे एक तसेच उदाहरण बघून घेऊ. हे उदाहरण एका रक्तदोषाचे आहे. चांगले रक्त वाहिन्यांच्या बाहेर पडले की इतर गात्रांच्या संपर्काने आळते आणि आळलेल्या रक्ताच्या गुठळीनेच बारीकसारीक रक्तवाहिन्या बुजून जातात. त्यामुळे थोडयाच वेळात रक्त वाहण्याचे थांबते. रक्तहानी टाळण्याची ही स्वाभाविक योजना आहे. अशी नसणे हे मोठे धोका उत्पन्न करणारे व्यंग आहे. काहींच्या अंगी ते असते.

असे व्यंग असणारे पुरुष क्वचित सापडतात. स्त्री सहसा सापडत नाही. तरी असे आढळते की, ज्या **स्त्रियांच्या पित्यामधे** हा **दोष** होता त्यांच्या **पुत्रामधे तो उमटतो.** त्यावरून त्यांच्या अंगी तो दोष असतो असे अनुमान निघते. अर्थात् त्यांच्या जोडीदारात तो नसला तरच हे अनुमान योग्य आहे, हे उघड आहे. अंगी दोष असूनही व्यंग प्रकटत नाही आणि अपत्यात उमटते, यावरून दोष असतो तो अप्रभावी असतो असे सिद्ध होते. हा दोष व्यंगरूपाने प्रकट होतो तो पुत्रामधे होतो. पित्यामधे तसा दोष नसताना तो उमटतो. यावरून वर्णांधतेप्रमाणे हा रक्तदोषही **व तनुकाच्याच आश्रयाने** राहणारा आहे असे म्हणावे लागते. हे व्यंग स्त्रियात संभवत नाही. एकाद्या मुलीत ते असले तरी ती पहिल्याच रजोदर्शनाच्या प्रसंगी स्वर्गास जाते. पुष्कळ सव्यंग पुरुषसुद्धा क्षुल्लक ओरखडयाने मृत्युमुखी पडतात. यासंबंधी एक वंशवृक्ष असा :–

माता	पिता	पित्याची	सर्ग पेशिका		संततीत
			व	वि	
अदोष	सव्यंग	व	व व	व वि	सव्यंग कोणी नाही
		व	व व	व वि	सदोष दोघी स्त्रिया
					सव्यंग स्त्री एक
			व	वि	
सदोष	सव्यंग	व	व व	व वि	सदोष स्त्री एक
		व	व व	व वि	सव्यंग पुरुष एक
			व	वि	
सदोष	अव्यंग	व	व व	व वि	सदोष स्त्री एक
		व	व व	व वि	सव्यंग पुरुष एक
			व	वि	
सव्यंग	अव्यंग	व	व व	व वि	सदोष स्त्रिया दोन
		व	व व	व वि	सव्यंग पुरुष दोन
			व	वि	
सव्यंग	सव्यंग	व	व व	व वि	सव्यंग स्त्रिया दोन
		व	व व	व वि	सव्यंग पुरुष दोन

(अधोरेखित सव्यंग प$_1$ ते प$_4$ पुरुष रक्तमोक्षाने मरण पावले)

पु

स सस

पु पु स सस स स पुपस

पुपुपुस पुस पु$_1$पुस पुपुपुस

पुपुपु पु$_2$पु ससस स

पुपुपु पु$_3$पु पु$_4$स

पु

आ० ६०·६ वशावळ

रक्तवाहिन्यातून रक्त मोकळे सुटल्यावर रक्तमोक्ष अनावर होणे हे व्यंग ज्यांच्या अंगी असते त्यांना रक्तमुक् असे नाव दिले आहे. त्यांच्या व्यंगाचे वर्णन **मुच्य-रक्त**[१] असे करता येईल. रक्त मुच्य असणे हा मोठा व्याधी आहे. त्याने पीडिलेली माणसे फार दिवस जगत नाहीत. त्यांचा जीव नेहमी धोक्यात असतो. त्यामुळे त्यांचा स्वभाव, त्यांचे वागणे, सरळ असणे संभवत नाही. अशी पुष्कळशी माणसे अल्पवयींच मरतात. समाजात जी इतर माणसे असतात त्यात निकोप प्रकृतीची पुष्कळ असतात, अनिकोप असतात त्यात रक्तमुक् माणसांपेक्षा अधिक आयुष्य असणारींच अधिक असतात. यावरून तर्क असा होतो की समाजामधे रक्तमुकांचे प्रमाण झपाट्याने कमी व्हावे. नुसत्या एका वंशवृक्षाकडे पाहिले तरी रक्तमुकांचे आयुष्य त्यांच्या निकोप बांधवांपेक्षा पुष्कळ कमी असल्याचे दिसून येते. मोठ्या समाजात तर ते फारच कमी असणार. केवळ रक्तमुकांपासून त्यांची उत्पत्ती होते असे मानले आणि लोकसंख्येतील त्यांच्या प्रमाणासंबंधी हिशोब केला तर दर एक पिढीत त्यांचे प्रमाण तीन चतुर्थांश होत जावे असे ठरते. आपल्याकडे अशी तपासणी आणि गणती कोणी केलेली नाही. वर दिलेला

हिशोब जे बी एस हाल्डेन याने केलेला आहे. हा हिशोब जर बिनचूक असेल तर रक्तमुकांची संख्या लवकरच शून्य होईल असे भविष्य वर्तवता येते.

1 Hemophilia.

प्रस्तुत विचारसरणीने पूर्वकाळाचा विचार केला असता दिसून येते की, नॉर्मन लोक इंग्लंडात राज्य करू लागले त्या वेळी देशातील सर्वच प्रजा रक्तमुक् असली पाहिजे. ही गोष्ट अर्थातच खोटी आहे आणि येथील हिशोबात गणिताची चूक नाही. यावरून हाल्डेन याने अनुमान काढले आहे की, हे व्यंग असणारा माणूस सदोष व सव्यंग माणसापासूनच निपजतो असे मानले तेच चुकले. **सदोष सव्यंग माणूस मधून मधून अदोष–अव्यंगापासून उत्पन्न होत असला पाहिजे** यात संशय नाही. साधारणतः जनुक प्रकृती पिढ्यानुपिढ्या बदलत नाही हे खरे आहे. परंतु ती केव्हाच बदलत नाही असे नाही. असा बदल होतो असे मानल्याखेरीज इतिहासाचीही संगती लागत नाही. मग मानव जेव्हा मुळीच नव्हता अशा प्रदीर्घ भूतकाळाची तर गोष्टच नको !

बरेवाईट गुण आणि त्यांना आधार असलेली जनुके एका पिढीतून दुसऱ्या पिढीत कोणत्या विषयानुसार जातात यासंबंधी प्रयोगकारांनी अहर्निश प्रयोग चालविले आहेत. त्यांना आलेल्या अनुभवावरून काढलेले नियम येथवर सांगितले आहेत. आता त्यातच आलेला आणखी एक अनुभव सांगितला पाहिजे तो हा की गुण व त्याला आधार असलेले जनुक जरी बिनबदल एका पिढीचे दुसऱ्या पिढीत जाते असा नियम असला तरी, प्रसंगविशेषी एकादे जनुक आपला गुण बदलते किंवा स्वतःच संपूर्णपणे आणि एकाएकी बदलते. या बदलास **विभेदन**[1] असे पारिभाषिक नाव दिले आहे. सजीव सृष्टीमधे पितर आणि अपत्य यामधे काही भेद असतात हे अर्थात् अनादी कालापासून माहीत आहे. तथापि बहुधा या भेदापेक्षा साम्यच अधिक असते, यात शंका नाही. वरकरणी भेद असला तरी अंतर्यामी साम्य असते, आणि वरकरणी साम्य असले तरी अंतर्यामी भेद असतो, ही गोष्ट अप्रभावी गुण आणि तदाधार जनुक यांच्या विचाराने कळून येते. मोठ्या काळाचा विचार करता हेही विचार पुरे पडत नाहीत. इतिहासाच्या ओघावरून असे दिसून येते की, यथातथ्य अनुहरण ही जरी नित्याची गोष्ट असली तरी प्रसंगविशेषी नैमित्तिक विभेदनही होत असते. त्यामुळे समाजाचा रंग काही बाबतीत कायम राहतो आणि काही बाबतीत बदलतोही.

1 Mutation.

अनुहरण आणि विभेदन या दोनही गोष्टी एकसारख्या चालू आहेत. मग ते समाज मानवी असोत की पशुपक्षीकीटक यांचे असोत. अनुहरणाचे नियम आता बरेच निश्चित झालेले आहेत. तथापि पुष्कळसे प्रश्न त्या संबंधात सोडवावयाचे राहिलेही आहेत. विभेदनाच्या ज्ञानाने बऱ्याच स्वाभाविक घटनांची उपपत्ती लागते. त्यापैकी एकाच घटनेचा उल्लेख येथे केला आहे. विभेदनाचे नियम माहीत झालेले नाहीत. विभेदन या शब्दाचा विशेष अर्थ दिला आहे तो असा :– एकादा मोठा बदल अकस्मात् उत्पन्न होऊन अनेक पिढ्यामध्ये चालू राहतो, तोही पुनः बदलणे शक्य पण तसे झाले तरी तोही आकस्मिक असतो आणि काही पिढ्या तरी निदान चालू राहतो. तोही पुनः बदलणे शक्य आहे. पण तसे झाले तरी तोही आकस्मिक असतो आणि काही पिढ्या तरी निदान बिनबदल चालू राहतो. विभेद = आकस्मिकपणे होणारा आणि काही पिढ्या अनुवंशतेने चालणारा बदल.

रक्तमुक् लोकांच्या वंशावळींचा अभ्यास करून हाल्डेन याने असे सांगितले आहे की, काही वंशावळीमधे मातापिता दोनही निर्दोष असता संततीत रक्तमुक् व्यंग किंवा दोष असतो अशी उदाहरणे आढळतात. याविषयी सर्वात ठळक उदाहरण **व्हिक्टोरिया** राणीचे सांगितले आहे. या इंग्रज राणीचे पूर्वज रक्तमुक् असल्याचे माहीत नाही. परंतु तिचा एक पुत्र रक्तमुक् होता आणि तिच्या दोन मुलींची संतती रक्तमुक् होती. या मुलीपैकी एक रशियाच्या राजाला आणि दुसरी स्पेनच्या राजाला दिलेली होती. रशिया आणि स्पेन या दोनही देशांचे राजपुत्र, व्हिक्टोरियाचे नातू, रक्तमुक् होते. व्हिक्टोरियाच्या रक्तमुक् पुत्राला जी संतती झाली तीदेखील रक्तमुक् होती.

स्पेन आणि रशिया या दोनही देशांच्या रक्तमुक् युवराजांच्या स्वभावातील विशेष लहरीमुळे या दोन देशांच्या राजांनी युद्धाचे रणशिंग फुकले असे हाल्डेन[१] याने ध्वनित केले आहे. यालाच मोट्राम[२] यानेही दुजोरा दिला आहे. रक्तमुक् लोकांच्या स्वभावाचे विवरण त्यांनी अधिक केले असते तर बरे झाले असते. ते कोणी केल्याचे पाहण्यात नाही. या दोघा विद्वानांच्या मते प्रस्तुत व्यंग आणि वागणूक यांचा दृढसंबंध आहे. या व्यंगासंबंधी जो न्याय तोच इतर व्यंगासंबंधीही आहे, असे समजण्यास काही हरकत नाही. व्यंगागणिक स्वभाव विशेष असतो, **शरीर घटना** आणि **वागणूक** यांचा संबंध असतो, असा तात्पर्यार्थ आहे.

रूप आणि वागणूक यांचा संबंध कालिदास कवीने दोन ठिकाणी सांगितला आहे. तसा तो बाह्य रूपाच्या बाबतीत आहे असे सिद्ध झालेले नाही. परंतु

अंतर्गत रूपाच्या म्हणजे तनुकघटनेच्या बाबतीत तसा संबंध आहे, असे आधुनिकांचे मत दिसते.

यदुच्यते पार्वति पापवृत्तये न रूपमित्यव्यभिचारी तद् वचः । कुमार ५·३६
सुरूप ते सद्वृत्तहि असती प्रत्यय आला वचनाचा ।
न तादृशाः आकृतिविशषाः गुणविरोधिनो भवन्ति । शाकुंतल ४·५
त्याच्यासारखे रूपवान असतात त्यांच्यात सद्गुण नाहीत, असे घडत नाही.

1 Heredity and politics by Haldane.

वंशवृक्ष १ पृ. ४५, २ पृ. ४७, ३ पृ. ४८, ४ पृ. ६४, ५ पृ. ५९, ६ पृ. ६२.

2 Physical basis of personality by Motram.

संस्कार

माणसाचा स्वभाव, म्हणजे त्याची इतरांशी वागणूक, त्याच्या शरीरघटनेवर अवलंबून असते, याविषयी शंका नाही. शरीराची घटना म्हणजे त्याचे दर्शनी रूप असे मात्र नाही. त्याच्या पूर्वजांचे गुण, त्याच्या अपत्याचे किंवा अधिक दूरच्या वंशजांचे गुण, यावरून त्याचा अंतर्यामी घाट, जनुकतनुकांचा संच, ओळखता येतो. या घाटावर त्याचा स्वभाव विशेषेकरून अवलंबून असतो, असे दिसून येते. आपण हजारो कुटुंबांच्या पिढ्यांचा इतिहास पाहिला तर असे दिसून येते की **जनुकतनुकांचा संच विशेष नियमाने एका पिढीपासून दुसऱ्या पिढीस मिळतो,** हे जरी सामान्यतः खरे असले तरी इतक्या हजारो कुटुंबातील एकाद्या व्यक्तीच्या जनुकतनुकांच्या संचातील **एकाद्या जनुकात आकस्मिक बदल घडून** येतो. त्यामुळे त्या नव्या व्यक्तीत नियमाबाहेर गुण उत्पन्न होतात किंवा लोपतात. या घटनेस विभेदन असे नाव आहे. माणसांच्या पिढ्यामागून पिढ्या तपासल्या तर अनुवंशत्वाने गुण उतरत गेलेले आढळतात. पण थोडेसे भेदही पडत गेलेले असतात यात शंका नाही. यातील काही भेद काही नियमाने उत्पन्न होतात आणि अनुवंशितेच्या सूत्रात बसतात, असे कळून आले आहे. विभेदन सुद्धा काही नियमाने घडून येत असावे असा तर्क आहे. तथापि असे नियम अद्यापि समजले नाहीत.

मनुष्याचे शरीर जन्मसिद्ध असते. अन्नपाण्यांनी ते वाढते. तथापि ते कसे आणि किती वाढेल ही गोष्ट शरीरघटनेनेच मर्यादित झालेली आहे. जसे शरीर तसाच स्वभावही जन्मसिद्ध असतो. तरी शरीराला अन्नाचे पोषण तसेच स्वभावालाही शिकवणुकीचे पोषण देण्याची वहिवाट सर्वत्र दिसून येते. शिकवणुकीने माणसाची गुणवत्ता वाढते सुधारते याविषयी शंका नाही. पशुपक्षी

देखील आपल्या अपत्यांना थोडेबहुत शिक्षण देत असतात. माणसात शिक्षणाचे महत्त्व पशुपक्ष्यांच्या तुलनेने फारच मोठे आहे. सर्व वाघ सिंह वानर मोर हंस, आपापल्या अपत्यांना एकाच प्रकारचे शिक्षण देतात. माणसामधे शिक्षणाचा अवधी जसा फार मोठा तसे त्याचे प्रकारही बहुत आहेत. माणसामधे सर्वांना **सामान्य** असे काही **शिक्षण** असते. पण प्रत्येक धंद्यास **विशिष्ट** असेही **शिक्षण** असते. पशुपक्ष्यामधे वेगवेगळे धंदे नाहीत. माणसामधे ते पुष्कळच आहेत. माणसात एकदा चारच वर्ण होते, आता चारांचे चारशे झाले आहेत !

शिक्षण देणे ही मुद्दाम घडवून आणण्याची गोष्ट आहे. शिक्षण देण्याकरता योजनापूर्वक काही रचना केलेल्या असतात. त्यापासून काही फलाची अपेक्षा असते. अपेक्षेप्रमाणे फळ मिळत आहे की नाही, याविषयी चाचणी वरचेवर घेणे आणि फल दिसेल ते इष्टानिष्ट असेल त्यावरून त्या शिक्षणरीतीत काही बदल करून घेणे, इत्यादी गोष्टी सतत चालावयाच्या असतात. परंतु या सर्व गोष्टी सोडूनदेखील माणसाभोवती अपरंपार जग विखरलेले आहे. त्यापासून त्याला काही बोध घेता येतो. डोळस माणूस तसा बोध घेतो. मनुष्याची इंद्रिये कमी अधिक तत्पर असतात. त्या तत्परतेस अनुसरून माणूस हा बोध घेतो. हे शिक्षणच आहे. पण मानवदत्त नव्हे **निसर्गदत्त** आहे. हे **शिक्षण** कोणी देत नाही तर घेणारा आपण होऊन घेतो. शिक्षण देणारा आणि घेणारा या दोघांच्या तत्परतेवर शिक्षणाचे फल अवलंबून आहे. या निसर्गाला आपण केव्हा केव्हा **परि-स्थिती** म्हणतो. केव्हा केव्हा यालाच **दैव** असेही म्हणतो. शिक्षणाची खास व्यवस्था असताना देखील निसर्ग काही लपलेला नाही. मुद्दाम योजलेले शिक्षण आणि निसर्गशिक्षण असे दोनही प्रकारचे शिक्षण चालू असते. शरीरावर तसाच मनावर **शिक्षणाचा** जो **परिणाम** घडतो त्याला **संस्कार** म्हणतात. योजलेला संस्कार आणि न योजलेला संस्कार असे दोन संस्कार असतात.

मनुष्य जो देह घेऊन जन्मास येतो तो त्याचा स्वतःचा स्वाधीन निसर्ग म्हटला तर त्याच्या भोवतालचा निसर्ग हा त्याचा पराधीन निसर्ग म्हटला पाहिजे. खरे पाहिले तर आपला स्वतःचा देह तरी आपल्या आधीन कितपत असतो हा प्रश्नच आहे. आपला देह आपणच चालवितो हे खरे आहे, पण सर्वस्वी नव्हे. आपल्या देहाची आरंभिक देणगी आपल्या पितरांनी दिलेली असते. ती वापरण्यात आपण काय ते कर्तृत्व दाखवू शकतो. तथापि याही कर्तृत्वाला मर्यादा आहेत. त्या सहसा बदलत नाहीत. आपणावर योजलेले संस्कार म्हणून जे घडतात ते आपल्या वडीलधाऱ्या माणसांनी आणि आपल्या एकंदर समाजाने योजलेले असतात. न

योजलेले संस्कार जे घडतात ते अर्थात् सर्वच आपल्या आणि आपल्या समाजाच्या देखील आवाक्याबाहेरचे असतात. आपल्या **कर्तृत्वाच्या** इतक्या **मर्यादा** लक्ष्यात घेतल्या म्हणजे त्याचे क्षेत्र किती मर्यादित आहे ते कळून येईल.

मनुष्य जी कृती करतो तिचे **बरेचसे श्रेय दैवाकडे** असते. त्याच्या स्वतःकडे काही श्रेय असते पण ते थोडे. तरी एकंदर परिणाम अनुकूल असला म्हणजे दवाचा वाटा व्यक्तिशः आपणाकडे घेण्याची मनुष्याची प्रवृत्ती असते. उलट परिणाम प्रतिकूल झाला म्हणजे श्रेयाश्रेय सर्व दैवाकडे देण्याची प्रवृत्ती असते, ज्यांच्या चरित्रात दैव प्रतिकूल ठरले अशी दोन माणसे महाभारतात वर्णिली आहेत, एक **भीष्म** आणि दुसरा **कर्ण.** भीष्मानी पित्याच्या वासनेस वाट करून देण्याकरता आपण होऊन राज्यत्याग केला आणि स्वतःच्याच धाकट्या भावाचे आणि त्याच्या मागून त्याच्या मुलांचे व नंतर नातवाचेही दास्य (प्रजाजनत्व) पतकरले. इतके करूनही कुलसेवा सोडली नाही. या सर्व त्यागाचे फल मात्र विपरीत झाले. जो नातू दुष्ट होता तोच राजा झाला. त्याचा अंकित सेनापती होऊन पितामहांना सुष्ट नातवाशी लढण्याचा प्रसंग आला. कर्ण कन्यापुत्र कुंतीचा पण वाढविला सूताने. अंतरीच्या ऊर्मी क्षत्रिय म्हणून क्षत्रशिक्षण घेण्याकरता ' मी ब्राह्मण ' असे खोटे बोलला म्हणन गुरूकडून विद्येबरोबर शाप मिळाला. दुर्योधनाने अंगदेशाचा राजा केला पण सूतपुत्र ही निंदा लोकात कायम राहिली. दुर्योधनसखा म्हणून त्याच्या पांडवविरोधी कारस्थानात सामील होऊन युद्धाला उभा राहिला. भीष्मानी ' अर्धरथ ' असे हिणविले म्हणून ते सेनापती असेपर्यंत युद्धापासून अलिप्त राहिला. शिष्टाई विफल झाल्यावर पांडवाकडे परतण्यापूर्वी श्रीकृष्णानी कर्णाला बाजूला घेऊन ' तू कुंतीचा कानीनपुत्र आहेस ' असे सांगून पांडवांकडे येण्यास विनंती केली. जन्माने मी क्षत्रिय आहे हे कळल्याने कर्णाला समाधान वाटले. परंतु जन्मदात्या कुंतीपेक्षा जन्म न देताही पोटच्याप्रमाणे वाढवणाऱ्या राधेचे उपकार, तसेच राज्यदात्या दुर्योधनाचे उपकार त्याने श्रेष्ठ मानले आणि कृष्णाच्या विनंतीस नकार दिला. थोड्याच वेळाने स्वतः कंती त्याला भेटली आणि तिने तेच रहस्य सांगून तीच विनंती केली. कर्णाने उत्तरही तेंच दिले. परंतु ' मी केवळ अर्जुनाशीच निकराने लढेन, इतर चारी भावास सोडून देईन ' असे आश्वासन दिले. भीष्म शरपंजरी पडल्यानंतर कर्ण त्यांना भेटला तेव्हा कर्णाला तेच रहस्य त्यांनीही सांगितले आणि तोच उपदेश केला. कर्णाने उत्तरही तेच दिले. आपण क्षत्रिय आहो याविषयी समाधान, कृतज्ञतेस्तव दुर्योधनपक्षातच सामील होणे आणि प्रामाणिकपणे लढणे अवश्य असा निश्चय, ज्या पक्षाला

कृष्ण सहाय त्या पक्षाला विजय मिळणार याविषयी विश्वास, ही कर्णाच्या उत्तराचीं तीन सूत्रे होती. चवथे सूत्र होते ते असे की, क्षत्रियाला रणी मरण आल्यानेच सद्गती मिळते, तर तीच मला मिळावी. ही इच्छा त्याने भीष्मास कळविली !

हा समरात मरो द्या क्षत्रियजन काय बोध या करता !

आर्याभारत भीष्मपर्व ११.६३.

—भीष्मानी उद्गार काढले होते

दैवबलप्रबल पुरुषबल अल्प ....

नाही तरि आम्हाला हे व्हावे प्राप्त काय शरतल्प । ११.५१.

कर्ण व अर्जुन यांच्या शरीराच्या घटनेत भेद फार नव्हते. त्यांच्या चरित्रात फरक पडला तो त्यांच्या संस्कारामुळे ! यासंबंधी भीष्माच्या तोंडी वचन आहे:—

संस्कार—धर्म—लोपे दुष्टजनसमागमे उडे शुद्धी ।

मग गुणवंताचीही सदधिक्षेपी प्रवर्तते बुद्धी ॥ आर्याभारत भीष्म ११.४२

—कर्ण दुर्वृत्त होण्याचे कारण संस्कारधर्म—लोप असे भीष्मानी सांगितले. त्यात संस्कार या शब्दाने क्षत्रियाचे विधियुक्त संस्कार असा अभिप्राय आहे. वस्तुतः त्याने क्षत्रशिक्षण मिळवलेलेच होते ते सरळपणाने कोणी दिले नाही. तो सूतपुत्र म्हणून त्याचा तिरस्कार केला. विधियुक्त ठरीव शिक्षण, हा संस्काराचा संकुचित अर्थ आहे. स्वभाव घडविण्यात जसा ठरीव शिक्षणाचा भाग असतो तसा आवांतर गोष्टींचाही भाग असतो. येथे दुष्टपणाला हा दुसरा भागच कारण होता. दुर्योधन दुष्ट त्याचा समागम हे कारण भीष्मानीच सांगितले आहे. दुर्योधनाखेरीज कर्णाला कोणीही कधीही भला म्हटले नाही. तू अर्जुनापेक्षा अगदीच हीन, अर्जुन तुला तेव्हाच हटवील असे इतर सर्व लोक कर्णाला म्हणत. पांडवाना मी मारीन, असे एकट्या कर्णाशिवाय दुर्योधनाला कोणीच आश्वासन दिले नाही. उलट अर्जुनास सर्व लोक पहिल्या प्रतीचा योद्धा म्हणून मान देत. प्रत्यक्ष परमेश्वर श्रीकृष्ण अर्जुनाचा सारथी झाला. इतर चारी पांडवांना कर्णाने पराभूत केले. तेव्हा त्याचा सूड म्हणून कर्णाचा वध तूच कर, तुझ्यातच ते सामर्थ्य आहे अशी प्रत्यक्ष परमेश्वरानेच त्याला भर दिली. कर्णाचे सारथी भीमाच्या तडाख्याने पटापट मरत आणि रथही मोडून तोडून जात. तेव्हा मला चांगला सारथी दे, अशी याचना कर्णाला दुर्योधनापाशी करावी लागली. त्याला कुशल सारथी मिळाला, पण तो होता जातीचा राजा. तोही इतरां-प्रमाणेच कर्णाला सूतपुत्र म्हणून हिणवू लागला. त्याने सारथ्य चांगले केले. पण शेवटी रथाचे चाक खड्ड्यात गेले तेव्हा ते वर काढण्याचे काम या

सारथ्याने केले नाही. या आपत्तीतच कर्ण अर्जुनाने मारला. अर्जुनाचा रथही याच चकमकीत खड्ड्यात अडकला होता. पण तो श्रीकृष्णाने स्वतः वर काढला; ती आपत्ती अर्जुनाला जाणवू दिली नाही. अर्जुनाशी द्वंद्व होण्याचा सुमार आला तेव्हा सारथी झालेल्या शल्यास कर्ण म्हणतो :–

जो एकवीर सद्गुणरत्नाकर शंभुमान्य हरिसख या ॥
पार्थाशी द्वैरथ हे वर्णू निजभाग्य कोठवरि सखया ॥ २९ ॥ कर्ण० ४४.

–शेवटी युद्ध हातघाईवर येऊन कर्णरथाचे चाक खड्डचात अडकले तेव्हा कर्ण अर्जुनास म्हणतो :–

...... बळ तुझे अनंत रहा ।
स्वस्थ मुहूर्तभरि रणश्रद्धा पुरवील गा अनंतर हा ॥ ६२ ॥ कर्ण० ४८
रक्षावा धर्म बुधे कुशलांचा धर्म हा निधी राहे ।
स्थिर जे करिसि निरायुधमथन करिल धर्महानि धीरा हे ॥ ६३ ॥

यावर अर्जुनाकरता कृष्णानीच उत्तर दिले :–

... ... " राधेया भला बरा स्मरसि आजि धर्माते ॥
नीच व्यसनी बुडता निंदिति धर्मासि न स्वकर्माते " ॥ १ ॥ कर्ण० ४९

वंश आणि **संस्कार** यापैकी प्रत्येकाला किती किती महत्त्व आहे, याविषयी फार मोठाले वाद होऊन गेलेले आहेत. आपला स्वतःचा वंश ही आपल्या हातची गोष्ट नाही. पण आपल्या नंतरच्या वंशजांच्या वंशावळीत आपण जी भर घालतो ती आपला दाय म्हणून वंशजांना मिळत असते. आपण जी अशी भर घालतो ती आपल्याला संस्काराने मिळत असते हे उघड आहे. माणसाच्या कर्त्या आयुष्याचा साधारणतः अर्धा भाग हल्ली शिक्षणात खर्च होतो. या शिक्षणाने जे गुण तो संपादन करतो ते त्याच्या मुलात उतरतात की नाही ? उतरत नाहीत असे एक मत आहे. जन्मसिद्ध काही नाही, सर्व काही शिक्षणाधीन आहे असे म्हणणारे काही आहेत. त्यांचा युक्तिवाद असा : एकाद्या माणसाने रोज गदेचे ठोके खाऊन अंगावर घट्टे आणले तर तसेच घट्टे त्याच्या मुलाच्या अंगावर उमटतात असे नाही. त्याचप्रमाणे गवयाची कला संपादन केली तर ती त्याच्या मुलास आयती जन्मतःच मिळते असे होत नाही. गदाधराच्या मुलाला गदेचा अभ्यास करावा लागतो आणि गवयाच्या मुलाला गाणे शिकावे लागते. संस्काराचे परिणाम ज्या त्या पिढीसच लाभतात.

माणसाने आपल्या हयातीत धन मिळविणे आणि वंशजाकरता ते राखून ठेवणे ही चाल सर्व समाजात प्राचीन कालापासून चालत आलेली आहे. मनुष्य जसे धन मागील पिढीस देऊन ठेवतो तसेच जर विद्वत्ता पराक्रमादि गुण आपल्या

संततीस देऊ शकत असता तर फार बहार झाली असती; पण तसे होत नाही. इतकेच नव्हे तर कैक वेळा सद्गुणाऐवजी संततीत दुर्गुणच आढळतात. यामुळे सद्गुणी माणसाला पितृधन मिळावे तसे दुर्गुणी माणसालाही मिळत जाते. यावरून प्रकरण चिडीला जाऊन, पित्याचे धन, पित्याचे वतन, पित्याचे राज्य, मुलांना हक्काने मिळू नये, त्यांची मालकी निराळ्या रीतींनी संक्रमित व्हावी, अशी एकंदर समाजात ऊर्मी उत्पन्न होऊन हा वाद विकोपाला गेला आहे. वस्तुतः शारीरिक किंवा मानसिक गुण आणि धन याची गोष्ट निराळी आहे. धन हा आपल्या शरीरावर किंवा मनावर संस्कार करणाऱ्या परिस्थितीचा एक भाग आहे. त्याचा उपयोग गुणसंवर्धनाकडे होणे इतर परिस्थितीवर अवलंबून आहे. आपण आपल्या मुलाबाळावर हवे तसे संस्कार करून घेऊ, ही ईर्षा ठीक आहे. पण आपण म्हणू तसा संस्कार घडतोच असे नाही. घडविणारी परिस्थिती आपण जमवू, पण घडवून घेणारे शरीर त्याला अनुकूल असेल नसेल त्याप्रमाणे तो घडेल किंवा घडणार नाही.

संस्कार एका पिढीचे दुसऱ्या पिढीला आयते मिळत नाहीत, हे जरी सामान्यतः खरे असले तरी संस्काराचे काहीच श्रेय दुसऱ्या पिढीकडे जात नाही असे नाही. तोच तोच संस्कार जर लागोपाठ कित्येक पिढ्यावर होत गेला तर त्यानंतरच्या पिढीला तो थोडक्या अवधीत मिळवता येतो, असे तरी खास आहे. **विशिष्ट संस्कार घेण्याची अनुकूलता** असे या गुणाचे वर्णन आपण करू शकतो. दोन समाज असे असले की त्यात कित्येक पिढ्या काही विनिमय झाला नाही, आणि त्यांचे संस्कार भिन्न आहेत, तर अशा लोकांच्या मुलांमध्ये तो तो संस्कार घेण्यासच विशेष अनुकूलता आढळते. ज्यांच्यात लेखनवाचनाचा गंध कित्येक पिढ्या नाही असे काही समाज आहेत. त्यांच्यात त्या विद्येचा प्रसार करू पाहता तो लेखन-वाचनास सरावलेल्या समाजातील वेगाने होऊ शकत नाही, असा अनुभव आहे. सगळे कर्तृत्वाचे श्रेय संस्कारांना आहे, वंशगुणाला नाही असे मानणारांना हा पुरावा विरुद्ध जाणारा आहे. वंशगुण जर नाहीच तर एकाच शिक्षणाचा परिणाम सर्वांवर सारखा व्हावा तसा होत नाही. अर्थात् याच उदाहरणाने **वंशगुणाचे तसेच संस्कारांचेही** महत्त्व पटण्याजोगे आहे. कारण वंशगुण दीर्घकालीन संस्कारानेच उत्पन्न होतो, असेही यावरून दिसून येते, रघूच्या गुणवत्तेविषयी कालिदासाने म्हटले आहे :—

> अवंध्ययत्नाश्च बभूवुरत्र ते **क्रिया हि वस्तूपहिता प्रसीदति** ॥ रघु० ३.१२

येथे क्रिया म्हणजे संस्कार आणि वस्तु म्हणजे वंशगुणाने अनुकूल मनुष्य.

प्रकरण ६१

जीवनयात्रा

जन्मतः मानवी देह अगदी लहानसा असतो. इतकेच नव्हे तर त्याचे कर्तृत्व लहान असते आणि त्याची जाणीवही लहानशीच असते. किंबहुना त्याला जाणीव थोडीशी तरी असते की नाही याचीदेखील शंका येते. आपले स्वतःचे शिशुपण आपणाला आठवत नाही. जी अर्भके आपण पाहातो ती आपली जाणीव सांगू शकत नाहीत, की विशेष कृतीने दाखवू शकत नाहीत. तान्ह्या मुलाच्या अंगास चटका बसला असता ते रडते, गारठ्यानेही ते रडते. पण चटक्याची किंवा गारठ्याची जाणीव त्याला कितपत होते कोण जाणे ? आईचे अचळ ते चोखते ते काही उद्देशाने चोखते का केवळ देहस्वभाव म्हणून चोखते कोण जाणे. ते मलमूत्र-विसर्जन करते तेव्हा त्या गोष्टीची जाणीव त्याला असते, असे दिसत नाही. ते पहिला श्वास घेते तेव्हा तो बुद्ध्या घेते का तो आपोआप होतो ? तो आपोआप होतो असेच म्हणावे लागते. शास्त्रीयदृष्ट्या हे परावर्तन होय. हे गारठ्याने उत्पन्न झालेले असते. प्राणिजीवनाचे प्रमुख लक्षण हृदयाचे स्पंदन हे आहे. हे स्पंदन आपोआप होणारे आहे. हृदयास चेतन्या येऊन भिडण्यापूर्वीपासून ते चालू झालेले असते.

मूल आईचे अचळ चोखते ते तशी इच्छा होऊन, का तशी इच्छा नसताना केवळ परावर्तनाने, का चोखणे हा त्या इंद्रियाचा स्वधर्म म्हणून असा तिहेरी प्रश्न उत्पन्न होतो. या प्रश्नाचे उत्तर निश्चयाने देता येत नाही. इच्छा समजून येण्याला साक्षात् साधन नाही. ओठांची हालचाल जी चोखण्यात प्रकट होते ती जन्मापूर्वी देखील भ्रूणावस्थेत मधून मधून घडत असते, ही. गोष्ट उल्बद्रव त्याच्या प्राशनीत आढळते या गोष्टीवरून समजून येते. अचळ तोंडात नसतानासुद्धा अर्भक ओठाच्या हालचाली करते, भ्रूणही करते. जन्मानंतर जो मल प्रथम बाहेर येतो त्यात वारेतील जिनसा आढळतात. त्यावरून भ्रूणाने त्या गिळल्या होत्या असे समजून येते. या हालचाली घडतात तेव्हा तोंडाच्या मांसतंतूना चेतनतंतू येऊन भिडलेले असतात हे खरे आहे. पण या तंतूत चेतना वाहतात की नाही ? असल्या तर त्यांचा आरंभ कोठे व कशाने होतो ? या गोष्टींचा उलगडा झालेला नाही.

जन्मानंतर काही महिन्यानी चोखणे ही क्रिया अर्भक आपल्या इच्छेने करू लागते यात शंका नाही.

जन्मतः मुलाला वास समजत नाही यात शंका नाही. त्याला कडू गोड इत्यादि चव समजते की नाही शंकाच आहे. त्याला ऐकू येते की नाही, आणि दिसते की नाही हे तरी कोणी सांगावे ? जन्मानंतर आठपंधरा दिवसात त्याला मांडीवर घेतले की नाही हे समजू लागते. कारण रडत असताना मांडीवर घेतल्याने त्याचे रडणे थांबते. रडणे हे परावर्तनाने घडणे शक्य आहे. भूक लागल्याने, गारठा लागल्याने किंवा जादा आच लागल्याने ते परावर्तन असेल, पण आई जवळ पाहिजे म्हणून जे रडणे ते तसे म्हणता येत नाही. आई जवळ असल्याची जाणीव ही विशेष आहे. ती वरिष्ठ मर्मातच होत असते. तेथून रडण्याची प्रेरणा सुरू होते. रडू थांबवण्याकरता अशा प्रेरणा थांबवाव्या लागतात. थांबवणारी प्रेरणा वरिष्ठ मर्मांतून निघणार तेथे **इच्छेचा परिणाम** दिसतो खरा. जन्मतः मुलाची दृष्टी शून्य असते म्हणजे कोणत्याही विशिष्ट ठिकाणी रोखलेली नसते. काही दिवसांनी ती कशाला तरी उद्देशून असावी असे दिसते. प्रखर प्रकाशाने डोळे दिपणे हे परावर्तन होय. आईकडे किंवा जिकडून आवाज आला असेल तिकडे पाहणे हे बुद्धिपुरःसर पाहणे होय. महिना दोन महिने लोटल्यावर मूल पिताना आईच्या स्तनावर हात ठेवते तेव्हा डोळ्याने दिसते ते स्पर्शास कसे असते या गोष्टीचा शोध ते करीत असते. डोळ्यांना विशेष समजणारा गुण म्हणजे रंग. तो मुलांना दोन तीन वर्षे लोटल्यानंतर समजू लागतो.

मुलाच्या मनात पहिल्याने **वृत्ती** उत्पन्न होते ती **जिज्ञासा** होय. जिज्ञासा म्हणजे जाणण्याची इच्छा. डोळ्यात ज्याचे प्रतिरूप उमटते ते वस्तुतः कोठे असते ? हाताला कसे लागते ? जिभेला कसे लागते ? इत्यादी प्रश्न मुलाच्या मनात प्रथम येत असले पाहिजेत, असे त्याच्या वर्तनावरून दिसते. ते दृश्याला हात लावण्याकरता चळवळ करण्याचा प्रयत्न करते. त्याकरता ते पालथे वळते आणि सरपटू लागते. इतर जनांना पाहून म्हणा किंवा दृष्टिक्षेत्र वाढते म्हणून म्हणा, ते बसावयास शिकते आणि दृश्यानुरोधाने रांगते. कालांतराने ते उभे राहून चालू लागते. ज्ञानेंद्रियांच्या उपयोगाने त्याचे ज्ञान वाढत जाते आणि कर्मेंद्रियांच्या उपयोगाने कर्मकौशल्यही वाढत जाते. साधारणतः दोन वर्षाच्या आत त्याला चांगले चालता येते. या वेळेपर्यन्त त्याला काही वर्णांचे उच्चार येत असतात. यापुढे त्याचे बोलण्याचे कौशल्य संपादन करण्याचे प्रयत्न वाढतात. लवकरच भोवतालच्या लोकात रूढ असणारी वर्णमाला त्याला उच्चारता येते. सोपी वाक्य-

रचना याचवेळी त्याला अवगत होते. पण चांगली भाषा येण्याला बरीच वर्षे लोटावी लागतात. लोकांनी उच्चारलेले शब्द कानावर पडतात तेव्हा तसे शब्द उच्चारण्याची इच्छा उत्पन्न होते. करण्याची इच्छा ती **चिकीर्षा**. ती जिज्ञासेच्या मागोमाग उत्पन्न होते. जिज्ञासा आणि चिकीर्षा या दोन मनोवृत्तींना अनुसरून मुलाच्या इंद्रियांचे व्यापार सुरू होतात.

मनुष्य जन्मास येतो तेव्हा तो बराच पंगू असतो. स्वतःच्या बलाने त्याला जागचे हालता देखील येत नाही. देहाची वाढ पुष्कळ व्हावयाची असते. तरी इकडे झीजही चालू असते. झीज हा अपचय आणि वाढ हा उपचय आणि दोही मिळून चयन होय. **चयनाचा वेग** जन्मापूर्वी असतो त्यापेक्षा जन्मानंतर पुष्कळ अधिक असतो. काही पटीने तो वाढतो. जन्मतः वजन सुमारे सात पौंड असते ते वर्षा-अखेर तिपटीच्या वर जाते. नवजात बालकाचे श्वसन अगदी उथळ असते. त्याची आवृत्ती मिनिटात ६० वेळा होते. प्रौढाची अवघी १५ वेळा होते. छातीचा विस्तार वाढतो आणि बळ वाढते तसतसा श्वास अधिक खोल व कमी आवृत्त होऊ लागतो. आरंभी हृदयाची स्पंदत्वरा प्रौढाच्या दुप्पट असते. उत्तरोत्तर हृदयाचे बळ वाढते तशी ती कमी होते. काम पडेल त्या मानाने आकाराची आणि बलाचीही वाढ होते.

आरंभी हातपाय मधून मधून चळवळ करीत असतात. लवकरच जिज्ञासा उत्पन्न होऊन त्यामागून चळवळीची ईर्षा उत्पन्न होते. मूल बुद्ध्या हालचाली करू लागते. तिसऱ्या महिन्यात ते पालथे वळते, पाच सहा महिन्यात रांगू लागते, वर्षभरात उभे राहते आणि लवकरच चालू लागते. त्वचेत नवीन पेशिका उत्पन्न होऊन ती वाढते. मांसात नवीन पेशिका उत्पन्न होऊन पेशी वाढतात. नवीन पेशिका उत्पन्न न होताही मांसपेशी आकाराने वाढतात. अस्थीमधे नवीन पेशिका व त्याबाहेरील वस्तू यांची वाढ होते. चैतनिक पेशिकांची संख्या वाढत नाही. तरी त्यांची लांबी वाढते आणि त्यांना नवीन शाखाही फुटतात.

दुधे दात प्रथम हिरडीखाली लपलेले असतात. त्यांपैकी कातरे दात प्रथमतः वर येतात. त्यांच्या मागून दोन दोन दाढा उगवतात. नंतर सुळे उगवतात. त्यातल्या त्यात खालचे दात अगोदर मग वरचे असा क्रम असतो. ही उगवण सातव्या महिन्यात सुरू होऊन चोविसाव्यात पुरी होते. दर वेळी दाताच्या दाबाने हिरडीचा पापुद्रा ताणून तुटून जातो. दुध्या दाढांच्या मागे दंतपत्र जन्माच्या अगोदरच आलेले असते. जन्मानंतर चवथ्या महिन्यात त्याचाच प्रसार आणखी मागे होऊन दुसऱ्या प्रौढ दाढेची स्थापना होते. आणखी पाच वर्षांनी त्याच दंतपत्राचा प्रसार

आणखी मागे होऊन तिसऱ्या प्रौढ दाढेची स्थापना होते. जबड्याची लांबी विशेष वाढत गेल्यानेच ही गोष्ट शक्य होते हे उघड आहे. सहाव्या वर्षी पहिल्या दाढा, सातव्या वर्षी मधले कातरे, आठव्या वर्षी बाजूचे कातरे, नवव्या वर्षी पहिल्या उपदाढा, दहाव्या वर्षी दुसऱ्या उपदाढा, अकराव्या वर्षी सुळे, बाराव्या वर्षी दुसऱ्या दाढा, आणि तिसाव्या वर्षापर्यंत केव्हातरी तिसऱ्या दाढा उगवतात. प्रौढ दाढा हिरडीतून वर येतात, पण इतर दात दुध्या दाताना झिजवून त्यांच्या जागी उमटतात. प्रत्येकाच्या अधिलेपटोपात परिसरावर अस्थिघ्न पेशिका उत्पन्न होतात. त्या दुध्या दातांच्या मुळया झिजवून टाकतात. त्या जागी नव्या दातांचा प्रवेश होतो आणि जुन्या दातांचा माथा गळून पडतो. दुध्या दातांच्या जागी उपदाढा येतात. पहिल्या गळण्यापूर्वी नव्यापैकी एकेक दाढ आलेलीच असते. ती चर्वणाचे काम करते.

जन्मतः हाडे कोवळी असतात. २०७ पैकी २९ हाडांना अस्थी हे स्वरूप मुळीच नसते. इतराना अस्थिरूप अंशतःच आलेले असते. हाडे मध्यचर्मिकेतून उत्पन्न झालेली असतात. प्रथम त्यांच्या जागी कास्थी किंवा पटले उत्पन्न होतात. मग कास्थीच्या जागी अस्थी येते. मध्यचर्मिकेतून कास्थी तयार झाल्यावर अस्थिप्रद आणि अस्थिघ्न पेशिका आसपास तयार झालेल्या असतात. कास्थी व अस्थी यातील प्रमुख भेद असा असतो की, अस्थीमधे पुष्कळ अंश खटकार्बनिक व पस्फुरिक लवणांचा असतो. कास्थीत तसा अंश मुळीच नसतो. ही लवणे अस्थि-पेशिकांच्या बाहेर असतात. कास्थिपेशिकांच्या बाहेरची जागा कार्बनी द्रव्यांनी भरलेली असते. कास्थीपासून अस्थी होताना कास्थिपेशिका मरून विरून जातात. त्यांच्या भोवतालची भरणीही जिरून जाते. त्यांच्या जागी अस्थिपेशिका येऊन त्याभोवती खटलवणांची भरती होते. अशी नवी रचना होणे म्हणजे **अस्थिविधान** होय. अस्थिविधानाला आरंभ प्रत्येक हाडामधे काही थोड्या ठिकाणी होतो. तेथून त्याचा प्रसार इतरत्र होतो. पहिल्या अस्थिपेशिका मध्यचर्मिकेतून जेथे उत्पन्न होतात त्या स्थानास त्याचे केंद्र म्हणतात. लांबट हाडांच्या कांडात एक व एकेका अग्रात एक असे निदान तीन आरंभकेंद्र असतात. काहीत अधिकही असतात. (भाग १ पृष्ठे ५५ ते ६४ पहा)

करोटीची हाडे चपटी असतात. त्यांचे अस्थिविधान मध्यभागी सुरू होते. जन्मतः त्याचे कोपरे मऊ असतात. शेजारशेजारच्या हाडांचे कोपरे मिळून मोठाले मऊ भाग तयार झालेले असतात. त्यांना **अस्थिकल्प** असे नाव दिले आहे. दोन शीर्षीय हाडांच्या चार कोपऱ्यांशी मिळून अशी सहा अस्थिकल्पे[1] असतात.

वरच्या कोपऱ्यातले पुढले अस्थिकल्प सर्वांत मोठे असते. मागले त्याहून लहान आणि बाजूची आणखी लहान असतात. यापैकी विशेषतः पहिल्यास लोकभाषेत टाळू म्हणतात. वरच्या अस्थिकल्पांना त्यांच्या आकृतीवरून शराग्र आणि शरान्त अशी नावे दिली आहेत. शराग्र पुढे भालीयाच्या दोन भागात शिरलेले असते तर शरान्त मागे मौलीयास्थीस भिडलेले असते. ही अस्थिकल्पे जाऊन त्यांच्या जागी अस्थी येण्यास उणेपुरे दीड वर्ष लागते.

1 Fontanel. भाग १ पृ. ५६ पहा

लांबट हाडांची रचना मध्यभागी मज्जाकांड आणि भोवती अस्थिनळी अशी असते. चपटचा हाडांची रचना मधोमध मज्जाचकती आणि दोनही बाजूला अस्थिचकत्या अशी असते. हाडे वाढती असताना त्यात थोडाबहुत भाग कास्थीचा असतो. त्या जागी हळहळू अस्थी येते. पर्यस्थिपटलाखाली नवे अस्थी उत्पन्न होते. पूर्वीच्या कास्थीपासून नवे कास्थीही उत्पन्न होते. चपटचा अस्थींची लांबी रुंदी जाडी अशा रीतीने वाढते. लांबट अस्थींची लांबी वाढते आणि घेरही वाढतो. चपटचा अस्थीमधील मज्जेची जाडी आणि लांबडचातील मज्जेचा घेर वाढण्याकरता त्यालगतच्या अस्थींना विरवून टाकणे अवश्य असते. हे काम **अस्थिघ्नपेशिका**[1] करतात. अस्थी विरवण्याचे काम इतरही थोडेबहुत चालू असते ते अशाच पेशिकांकरवी.

1 Osteoclast.

जन्मतः **भालीयास्थीचे** डावा उजवा असे दोन भाग वेगळे असतात. दुसऱ्या वर्षी ते जुळू लागतात, आठव्यावर्षी पुरते जुळतात. जन्मतः **हनुवटीचे** हाडदेखील द्विधा असते. डावा उजवा असे तुकडे असतात. त्यांचा सांधा मधोमध असतो. त्यालाच चिबूक म्हणतात. पहिल्या वर्षात सांधा खालपासून वरपर्यंत बुजत जाऊन दोही मिळून एक हाड बनते. या हाडाची विशेष वाढ लांबीमधे, दाढा धारण करण्याच्या भागात होते. प्रौढ दात तयार होतात तेव्हा या हाडाची उंची वाढते. तीही अर्थात् दातांच्या ठेवणीनेच वाढते. एकंदरीत वयोमानाने आकार वाढत जातो आणि आकृतीही बदलत जाते. उंची विशेष वाढते, लांबी विशेष वाढते आणि बुंधा व शाखा यांच्यामधील कोन पसरट असतो तो जवळ जवळ काटकोन होऊन जातो. जन्मतः **जंभास्थीच्या** उंचीपेक्षा लांबी रुंदी अधिक असते. पुढे दातांच्या उगवणीला अनुसरून उंची लांबीरुंदीपेक्षा अधिक होते. त्याचवेळी त्यातील सुषिरांचा कोठा वाढतो. **डोळे** करोटीच्या ज्या कोनाडचात असतात ते कोनाडे सातव्या वर्षापर्यंन्त झपाटचाने वाढतात. नंतर तारुण्य येईपर्यंन्त त्यांची


आ० ६१·१ हनुवटीची रूपे बाल तरूण वृद्ध.

वाढ अगदी थोडीच होते. अशीच गोष्ट अर्थात् डोळ्यांचीही होते. **कानाच्या नळीची गोष्टही** अशीच आहे. दुसऱ्या तिसऱ्या वर्षी वाढ पुष्कळ. नंतर तारुण्यापर्यन्त अगदी थोडी. तारुण्य येईपर्यन्त लांबट हाडांची कांडे आणि अग्रे यांच्यामधे कास्थी असतात ती नंतर नाहीशी होतात. त्यांच्या जागी अस्थी निर्माण होऊन हाडे सलग होतात. जघनास्थीचे तीन भाग असतात. ते जुळतात. १६ ते २५ वर्षापर्यन्त हाडांची वाढ विशेष होते. (प्रकरण २ पहा)

जन्मापूर्वी **कशेरूला** पुढील अंगी खोलगट असे एकच वळण असते. जन्मानंतर शय्येवर निजल्याने ते वळण नाहीसे होते. मूल पालथे वळू लागले की त्याच्या कशेरूला पाठीकडे खोलगट वळण येते. मूल बसू लागल्याने पुनः छातीला मागे फुगट वळण येते, आणि मानेचे व पोटाचे वळण तसेच राहते. होता होता मान छाती पोट आणि कटीर यांना क्रमशः एकमेकाविरुद्ध वळणे येतात. मूल उभे राहून चालू लागले म्हणजे हीच वळणे कायम होतात. या वळणांना अनुरूप अशीच कशेरुकांच्या स्वाभाविक घडण असते. त्यांच्या मागच्या पुढच्या जाडीत तसा फरक असतो. काही जणांचे खांदे पुढे वळलेले असतात. काहींच्या छातीला मागे पोक येते, काहींच्या पोटाला पुढे पोक येते. काहींच्या कुशीत देखील डावे किंवा उजवे पोक येते. या मात्र विकृती होत. काम करताना किंवा एरवी विश्रांती घेताना त्या त्या वळणाकडे शरीराचा कल ठेवल्याने या विकृती उत्पन्न होतात. काही विकृती आजारांनीही उत्पन्न होतात, ती गोष्ट निराळी. या विकृती होत असताना संधिनिबंधनांच्या आणि मांसतंतूंच्या लांबीत फरक पडतो. असा फरक सवयी सुधारल्याने नाहीसा होऊ शकतो. हाडांच्या आकृतीत सहसा फरक पडत नाही. आजाराने मात्र पडतो. वृद्धपणी हाडे झिजतात आणि विविधरीत्या वाकतात. संधिबंधने कडक होतात. मांसातील चिवटपणा कमी होतो.


आ० ६१·२ कशेरूची वळणे

मुलाचे **पोषण** आरंभी दुधाने होते पण दात येऊ लागताच त्याला धान्य भाजीपाला इत्यादींची गरज असते. साधारणतः दोन वर्षांच्या वयात प्रौढ माणसाच्या आहारातले कोणतेही जिन्नस पचविण्याचे सामर्थ्य येते. वाढते अंग असल्यामुळे प्रोतीनाची गरज विशेष असते.

तहानभूक लागते तेव्हा मुलाला अन्नपाणी हवे असते हे साहजीकच आहे. तथापि त्याचे विशेष लक्ष खळण्याकडे असते. खेळताना बाहेरच्या सृष्टीचे ज्ञान इंद्रियांमार्फत होते आणि बाहेरच्या सृष्टीशी वागण्याचे कौशल्यही येऊ लागते. इंद्रियांचा वापर हीच त्यांच्या वाढीस चेतना देणारी गोष्ट आहे. हा वापर कोणत्या रीतींनी किती होऊ द्यावयाचा हे मोठी माणसे मुलाकरता ठरवतात. शरीराच्या सामान्य हालचाली सहासात वर्षांत मुलाला करता येऊ लागतात. विशेष कौशल्याच्या गोष्टी शिकण्याची पात्रता त्याच्या अंगी हळू हळू येते. दुसऱ्या वर्षापासून मूल बोलावयास आपोआप शिकलेले असते. पाचव्या साहव्या वर्षापासून त्याच्या स्मृतीला चेतना मिळून त्याला पाठांतर करण्याचे सामर्थ्य येऊ लागते. त्याच्या नंतर लेखनवाचनरूपाचे शिक्षण ते घेऊ शकते. शिक्षणामधे मुलाला गोवताना त्याच्या शारीरिक हालचाली बऱ्याच कमी कराव्या लागतात. त्यांची भरपाई करण्याकरता काही वेळ बैठ्या शिक्षणात तर काही तास शारीरिक हालचालीत घालवणे शरीराच्या वाढीच्या दृष्टीने अवश्य असते. अशा हालचालीस **व्यायाम** म्हणतात.

व्यायामाचा अतिरेक होऊन शरीरास अपाय होणे शक्य आहे. व्यायाम योग्य मर्यादेत असला म्हणजे त्याने होणारे बदल कोष्टकात दाखविले आहेत (प्र० ४९ पहा) ते थोड्याच वेळात, दहा वीस मिनिटात, नाहीसे होऊन शरीर पूर्वस्थितीत येते. पुष्कळ व्यायाम झाल्यानंतर स्वस्थ झोप आली पाहिजे. ती झाल्यानंतर नित्याचे काम करण्यास उत्साह वाटला पाहिजे. अंग दुखणे, निरुत्साह वाटणे, या गोष्टी होता कामा नयेत. झाल्या तर व्यायामाचा अतिरेक झाला असे समजावे. योग्य **व्यायामाने** शरीरावर **टिकाऊ सुपरिणाम** होतात. पहिली गोष्ट अशी की, त्या व्यायामातील क्रिया करण्याचे कौशल्य प्राप्त होते. किमान शक्तिव्ययाने त्या करता येतात. अभिसरणाची आणि श्वसनाची इंद्रिये अधिक कार्यक्षम होतात. हृदयाची स्पंदत्वरा कमी होते, कोठा वाढतो आणि बळही वाढते. परमश्वसित वाढते. पचनादिकांची इंद्रिये सुधारतात, अधिक कार्यक्षम होतात. विशेष क्रियाकौशल्य मिळवावयाचे नसल्यास अंतरिंद्रियांना योग्य चालना देण्याचे काम आसनप्राणायामांनी उत्तम साधते. पुष्कळ वेळ व्यायाम करता येण्याकरता त्या

व्यायामाची क्रमशः सवय करीत जावी. व्यायाम उत्तरोत्तर वाढविण्याचे वय १५ ते २५ वर्षे असते. या वयानंतरही व्यायामाचा उपयोग आहे. पण तो हळू हळू कमी कमी करीत राहण्याने व्हावा तसा होतो. एकदम **व्यायाम सोडून** दिल्याने पहिला **दुष्परिणाम** अंतरिंद्रियावर होतो. तो टाळण्याकरता कमी मानाने का होईना पण व्यायाम चालू ठेवणेच इष्ट असते. व्यायाम कमी केल्याने आहार साहजिकच कमी व्हावा तसा तो केला नाही आणि पचनेंद्रिये ठीक राहिली तर स्थूलपणा येतो. तो अपायकारक असतो. आहार व व्यायाम परिमित ठेवल्याने शरीर सुदृढ राहू शकते.

शरीराच्या **अवयवांचे आकारी प्रमाण** जे लहानपणी असते ते प्रौढपणी रहात नाही. जन्मतः डोक्याचा आकार एकंदर शरीराच्या चतुर्थांश असतो तो प्रौढपणी अष्टमांश होतो. चरणापेक्षा भुजांची लांबी विशेष कमी अधिक नसते. पण प्रौढपणी चरणांची लांबी भुजांच्यापेक्षा अधिक असते. अंतरिंद्रियांच्या **वजनात** असेच **फरक** पडतात. सातव्या वर्षी कांकालिक मांसाचे वजन २० टक्के असते, सोळाव्या वर्षी ते ३५ ते ४० टक्के होते. २५ ते ४० वर्षांच्या वयात शरीरात म्हणण्यासारखा फरक पडत नाही; नंतर मात्र पडत जातो. मेद वाढतो, विशेषतः ओषटाची वाढ पोटात आणि पोटावर देखील होते. यानंतर आणखी १५, २० वर्षेपर्यंत शरीरपिंड स्थिर राहतो.

मनुष्याची शरीरप्रकृती नीट असली तरच तो आपली जीवनयात्रा सुखाने चालवू शकतो. वातावरणात होणारे सामान्य फरक सहन होणे हे निकोप प्रकृतीचे एक लक्षण आहे. याशिवाय थोड्याबहुत श्रमाचे काम स्वीकारले तर करता येणे हे दुसरे लक्षण समजले पाहिजे. पुष्कळ अंशी माणसाची नुसती मुखचर्या पाहताच तो निकोप आहे की नाही सांगता येते; परंतु सर्वस्वी येते असे नाही. **हृद्स्पंदत्वरा, स्पंददमन, श्वसनत्वरा, परमश्वसित,** इत्यादी बऱ्याच गोष्टी विशिष्ट मर्यादेत असल्या म्हणजे प्रकृती निकोप समजावी असे संकेत निर्माण झाले आहेत. उंची वजन वय यांचा विशिष्ट संबंध हे एक निकोपपणाचे लक्षण समजले जाते. कार्मक्षमतेवरून ज्यांची प्रकृती निकोप आहे असे समजले जाते अशांच्या अवलोकना-वरून अशी कोष्टके तयार केलेली असतात. नवीन अनुभव येत जातात त्या-प्रमाणे त्यांची उजळणी करावी लागते, हे उघडच आहे. अशा कोष्टकात बहुधा सरासरीचे आकडे देतात. नेहमी प्रसंग विशिष्टाशी असतो. सरासरी आणि विशिष्ट याचा फरक असणारच. तो किती प्रशस्त समजावा हे ज्याचे त्याने आपल्या अनुभवावरून ठरवावे लागते. या बाबतीत मदत म्हणून **कमालकिमान** मर्यादा सांगणे अशीही पद्धत क्वचित् स्वीकारतात. शरीराचा बांधा उंचट किंवा

रुंदट असल्यामुळे निकोप प्रकृती असणारामधे सुद्धा उंची वजन यांचे प्रमाण वेगवेगळे असू शकते.

पुरुषाचे उंचीच्या अपेक्षेने वजन

उंची इंच	लहान बांधा	मध्यम बांधा	मोठा बांधा	पौंड
६२	११७ ते १२६	१२५ ते १३४	१३१ ते १४२	
६३	१२० १३०	१२८ १३८	१३५ १४७	
६४	१२४ १३४	१३२ १४२	१३९ १५१	
६५	१२७ १३७	१३५ १४५	१४३ १५५	
६६	१३१ १४१	१३९ १४९	१४७ १६०	
६७	१३४ १४५	१४३ १५४	१५१ १६४	
६८	१३८ १४९	१४७ १५८	१५५ १६८	
६९	१४२ १५३	१५१ १६२	१५९ १७३	
७०	१४६ १५७	१५५ १६६	१६३ १७८	
७१	१५० १६२	१५९ १७१	१६७ १८३	
७२	१५५ १६७	१६४ १७६	१७२ १८८	

स्त्रीचे उंचीच्या अपेक्षेने वजन

उंची इंच	लहान बांधा	मध्यम बांधा	मोठा बांधा	पौंड
५९	१०२ ते ११०	१०९ ते ११७	११६ ते १२३	
६०	१०४ ११३	१११ ११९	११८ १२८	
६१	१०७ ११५	११४ १२३	१२१ १३२	
६२	११० ११९	११७ १२५	१२४ १३५	
६३	११३ १२२	१२१ १२९	१२८ १३९	
६४	११६ १२५	१२४ १३२	१३० १४२	
६५	१२० १२९	१२७ १३[illegible]	१३५ १४७	
६६	१२३ १३३	१३१ १४१	१३९ १५१	
६७	१२६ १३६	१३४ १४४	१४२ १५५	
६८	१३० १४०	१३८ १४८	१४६ १५९	
६९	१३३ १४४	१४२ १५२	१४९ १६३	
७०	१३६ १४७	१४५ १५५	१५२ १६६	
७१	१३८ १५१	१४८ १६०	१५७ १७१	

मनुष्याचे आयुष्य शंभर वर्षे ही पराकाष्ठा होय, असा पूर्वापार अनुभव आहे. याच्या पलीकडे ज्याची मर्यादा जाते असा माणूस कित्येक कोटीत एकादाच असेल. शंभरीस पोचलेले सुद्धा कोटीत एकादा याच सुमारास येईल. १४, १५ व्या वर्षी स्त्रीस आणि १८ व्या वर्षी पुरुषास प्रौढत्व येते. त्यांची जननेंद्रिये त्या कामी समर्थ होतात. ४५ वर्षांपर्यंत स्त्रियांचे हे सामर्थ्य संपते. पुरुषांचे सत्तरीपर्यंत देखील टिकते. याच सुमारास, बहुधा दहा पाच वर्षे अगोदरही पुरुषात **जरालक्षणे** उमटतात. केस पांढरे होतात. त्वचेस सुरकुत्या पडतात. नेत्रांचे अनुभाव–सामर्थ्य नाहीसे होते. पाठीला पोक येते. दात पडून जातात. खालचा वरचा दोनही जबडे उंचीने कमी होतात. खालचा जबडा पसरटही होतो. बरगड्यांचा लवचीकपणा कमी होतो. उराच्या हाडांची तीच गत होते. किंबहुना सरसकट सर्व हाडातील कार्बनी द्रव्य कमी होऊन ती ढिसूळ होतात. त्यातले अकार्बनी द्रव्य कमी होऊन ती झिजतात. अंतरिंद्रियातही मांसबळ कमी होते. कोठे कोठे तर मांसगात्र नाहीसेही होते. त्याच्या जागी सूत्रलगात्र येते. त्यामुळे त्या इंद्रियाचे सामर्थ्य जाते. होता होता श्वसनाच्या आणि अभिसरणाच्या इंद्रियांचे सामर्थ्य ओसरल्याने मृत्यू येतो. हा स्वाभाविक मृत्यू होय.

स्वाभाविक मृत्यू येण्याचे भाग्य फारच थोड्यांना लाभते. पुष्कळजण रोगाला बळी पडतात. मनुष्याच्या शक्ती क्षीण होत असताना त्याच्या शरीरात घर धरून फोफावणाऱ्या जंतूंना चांगली संधी मिळते. ते त्याचा ताबा घेतात. तो त्याजपासून परत हिसकावून घेण्याचे सामर्थ्य नसल्याने प्रयत्न फुकट जातात. अशा रीतीने जंतूंना बळी जाणे माणसाला भाग पडते. अपघाताने असो, रोगाने असो किंवा स्वाभाविक कारणांनी असो, मनुष्याची जीवनयात्रा संपण्यापूर्वी त्याला बहुधा संतती झालेली असते. त्यामुळे त्याचा देह गेला तरी त्याच्याच अंशापासून उत्पन्न झालेला एकादा तरी देह हयात असतो. पूर्वापार मिळालेले अनुवंशतेचे गुण आणि संपादित गुण जतन करण्याची व्यवस्था झालेली असते.

प्रकरण ६२

इतिहास : पौर्वात्य परंपरा

प्रस्तुत शास्त्रांच्या इतिहासात दोन परंपरा आहेत. एक पौर्वात्य दुसरी पाश्चात्य. पाश्चात्यांचा इतिहास बराच तपशीलवार माहीत आहे त्या मानाने पौर्वात्यांचा इतिहास बराच त्रोटक आहे. सांप्रत दोनही ओघ मिसळण्याचा समय आहे. येथे प्रथम पौर्वात्य परंपरा सांगून मग पाश्चात्य सांगावयाची आहे.

भारतात यज्ञयागादी क्रिया चालू होत्या तेव्हा पशुबली देत असत. त्या निमित्ताने शारीरज्ञान होत असे ते अर्थातच त्रोटक होते. तत्संबंधी जे वाङ्मय आहे त्यातून वैद्यकविषयात आलेले शब्द विशेष महत्त्वाचे असे दोनच आहेत ते **गविनी** आणि **क्लोम** हे होत. यापैकी क्लोम हा शब्द विरळाच वापरलेला आहे. मोनियर विलियम्स् यांनी क्लोम शब्दाचे पुष्कळ उल्लेख वैदिक वाङ्मयात असल्याचे आपल्या शब्दकोशात लिहिले असून आधुनिक परिभाषेतील **पल्मन्** हा शब्द त्यावरूनच निघाल्याचे लिहिले आहे. गविनी हा शब्द संहिताग्रंथात नाही, टीकाग्रंथात आहे तो मूत्रायणी या अर्थी आहे. गर्भोपनिषद् या नावाचे एक उपनिषद् आहे त्यातील गर्भविज्ञान आयुर्वेदसंहितात आहे त्याच बेताचे आहे. उपनिषदे हे ब्रह्मज्ञानविषयक निबंध आहेत. तैत्तिरीय उपनिषदात हे ज्ञान कोठे उत्पन्न होते याविषयी म्हटले आहे :–

स य एषोऽन्तर्हृदय आकाशः । तस्मिन् अयं पुरुषो मनोमयः । अमृतो हिरण्मयः ॥ १ ॥ **अंतरेण तालुके** । य एष स्तन इव अवलंबते । **सेंद्रयोनिः** ॥ अनुवाक् ६ या वचनांच्या अर्थाविषयी बराच वादविवाद झालेला आहे. येथील पहिल्या वचनात हृदयात मन असते असे सांगितले आहे याविषयी वाद नाही. दुसऱ्या वचनात सांगितले आहे की, दोन तालुकामध्ये स्तनाप्रमाणे लोंबणारा जो अवयव आहे त्यात ब्रह्मज्ञान उत्पन्न होते. प्रस्तुत अवयव म्हणजे **मेंदू** असा सरळ अर्थ होतो. दोन तालूपैकी एक तालू तोंड व घसा यांच्या वरचे छत म्हणजे करोटितल आणि दुसरी तालू म्हणजे करोटीचा माथा. सामान्य मराठीत दोनही तालू प्रसिद्ध आहेत. तालुका म्हणजे प्राकृतात टाळके, दुसरे काही नाही. एक तालू तोंडाच्या छतातली पुष्कळांना मान्य आहे पण दुसरी तालू कोणती ? याची त्यांना विवंचना आहे. स्तन या शब्दाचा अर्थ स्तनाग्र असा करूनही काही जण विवंचना प्रकट

करतात. कोणत्याच विवंचनेचे काही कारण नाही. तिसरी विवंचना शेवटच्या शब्दाविषयी आहे. स्वतः शंकराचार्यांनी त्याची पदे सा इंद्रयोनिः अशी पाडून सा या पदाने सुषुम्णा असा अर्थ घेतला आहे; तसे न करता स हेच पद घेऊन ज्ञानमय परमात्मा असा अर्थ सरळरीतीने प्राप्त होऊ शकतो.

ज्ञानोत्पत्तीचे स्थान मेंदू पण **मनाचे स्थान हृदय** ही गोष्ट न पटून मनाचे स्थानही मेंदूच अशा समजुतीने हृदय म्हणजे मेंदू असा एक ग्रह उपस्थित झाला आहे, तथापि तो योग्य नाही. ज्ञान व मन या दोनही गोष्टी अमूर्त आहेत. मनोविकारांचे परिणाम हृदयावर स्पष्ट आढळून येतात. यावरून मनाचे स्थान हृदय असे म्हणणे रूढ झालेले आहे. शरीरावयवांचे निरूपण हा उपनिषदाचा प्रतिपाद्य विषय नसल्यामुळे याविषयी त्यात अधिक विवेचन येण्याचे कारण नाही. ज्ञान मस्तकात उद्‌भवते अशी सामान्य माणसाची प्रचीती आहे. या दोनही गोष्टी वरील दोन वचनात उल्लेखिल्या आहेत. योगग्रंथात सुषुम्णानाडी सांगितलेली आहे. तिच्या संबंधी विवेचन त्या पंथासंबंधी लिहिताना करावयाचे आहे. दोन **आयुर्वेदसंहिता** विशेष मान्यता पावलेल्या आहेत. एक चरकसंहिता आणि दुसरी सुश्रुतसंहिता. दोनही संहिता इसवी सनापूर्वीच्या असून चरकसंहिता त्यातल्या त्यात अगोदरची आहे. दोहीत शारीरनिरूपण एकाच सरणीचे असून सुश्रुतातील विशेष प्रमाण मानले जाते. या दोन संहितानंतर वैद्यकविषयाचे ग्रंथ झाले, पण त्यात शारीर व ऐंद्रिय यात भर पडलेली नाही. या संहितात शारीर हा शब्द आहे आणि ऐंद्रिय हा शब्द नाही. शारीर या एकाच शब्दात दोही विषयांचा अंतर्भाव झालेला आहे. किंबहुना हे दोन पृथक् विषय मानण्याइतपत त्यांचा विस्तार त्या वेळी झालेला आढळत नाही.

सुश्रुतसंहितेत सहा मोठाले भाग आहेत त्यातील तिसऱ्या भागाला **शारीर-स्थान** असे नाव आहे. त्यात दहा अध्याय आहेत. त्यातला पहिला अध्याय **सर्वभूतचिंता** या नावाचा आहे. त्यात महाभूतांपासून पदार्थांची उत्पत्ती, सत्त्व रज तम हे त्रिगुण आणि शरीरमनःसंयोग अशा तात्त्विक गोष्टींचे विवेचन आहे. दुसऱ्या अध्यायाचे नाव **शुक्र शोणित-शुद्धि** असे आहे. त्यातील प्रतिपादन असे :— गर्भाची उत्पत्ती झाडांच्या अंकुराप्रमाणे ऋतु क्षेत्र अंबु व बीज याजवर अवलंबून असते. पुरुषसत्त्व ते बीज, गर्भाशय ते क्षेत्र, स्त्रीशरीरातील रस ते अंबु आणि रजःकाल तो ऋतु असे साम्य आहे. रजःस्राव थांबल्यावर सुद्धा स्त्रीपुरुष समागमाने रजस् उत्पन्न होते आणि ते आतल्या आत राहून गर्भ तयार होतो. श्वासोच्छ्वास, हालचाली, निद्रा, यांनी जे मिळावयाचे ते गर्भास मातेच्या

मध्यस्थीने मिळते. तिसऱ्या अध्यायाचे नाव **गर्भावक्रांति** असे आहे. येथे अवक्रांती या शब्दावरून, आत्मा खाली उतरून गर्भात येऊन राहतो असे सूचित होते. या अध्यायात सांगितले आहे की :– शुक्रबाहुल्याने पुरुष आणि आर्तवबाहुल्याने स्त्री निर्माण होते. सम दिवशी (तिथीने) मुलगा आणि विषम दिवशी मुलगी निर्माण होते.

पहिल्या महिन्यामध्ये गर्भ लिबलिबीत असतो. दुसऱ्यात सर्व महाभूते एकत्र येऊन ती कफवातपित्त यांच्या योगाने पचू लागली म्हणजे तो घट्ट होतो. तो जर टणक गोळा बनला तर पुरुष, पिशपिशीत राहिला तर स्त्री, आणि बुडबुड्या-सारखा झाला तर नपूंसक होतो. तिसऱ्या महिन्यात हातपाय व डोके यांच्या बारीक गोळ्या उत्पन्न होतात, आणि अंगप्रत्यंगामधे बारीक बारीक विभाग पडू लागतात. चवथ्या महिन्यात सर्व अंगप्रत्यंगातील भेद स्पष्ट होतो. गर्भाचे हृदय त्याचवेळी निवटून निघत असल्यामुळे हालचाल प्रकट होते, कारण हृदय हेच चेतनेचे ठिकाण आहे.

पाचव्या महिन्यात मन अधिक जाणते होते, सहाव्यात बुद्धी उत्पन्न होते आणि सातव्यात अंगप्रत्यंगे अधिक स्पष्ट होतात. आठव्यात शरीरातील ओज डळमळीत होते. त्या समयी जन्म झाला तर जीव जगत नाही. गर्भाच्या नाभीतून निघालेली नाळ मातेच्या शरीरातून रस वाहणाऱ्या नळ्यांशी जोडलेली असतें. तिच्यातून मातेच्या शरीरातील अन्नादिकांपासून उत्पन्न झालेला रस आणि अर्थात् त्यातील जोमसुद्धा वाहतो. मातेच्या शरीरामधे हरएक अवयवाला रस पोच-विणाऱ्या ज्या धमन्या आहेत त्यापैकी तिर्यंक् धमन्यातून जो झिरपा होतो त्यावर गर्भाचे जीवन चालते. गर्भाच्या अवयवात केश, श्मश्रु, लोम, अस्थि, नख, दंत सिरा, स्नायू, धमनी व रेत हे पितृज आणि मांस, शोणित, मेद, मज्जा, हृत्, नाभि, यकृत्, प्लीहा, अंत्र, गुद हे मातृज होत.

सुश्रुतशारीराच्या चवथ्या अध्यायाचे नाव **गर्भव्याकरण** शारीर असे आहे. यांत प्रथम प्राणाची व्याख्या दिली आहे ती अशी:– अग्नि, सोम, वायु, सत्त्व, रज, तम, पाच इंद्रिये आणि आत्मा मिळून पंचप्राण बनतात. यानंतर सांगतात की, शुक्रशोणित पचू लागले म्हणजे प्रथमतः दुधावर जशी साय यावी तशी त्वचा उगवते, एकाखाली एक असे त्वचेचे सात थर असतात, त्याची नावे व मापे:–

अवभासिनी	लोहिता	श्वेता	ताम्रा	वेदिनी	रोहिणी	मांसधरा
$\frac{1}{18}$,	$\frac{1}{16}$,	$\frac{1}{12}$,	$\frac{1}{8}$,	$\frac{1}{5}$,	१,	२ व्रीही.

येथे सांगितलेली मापे मांसल अवयवातील समजावयाची आहेत. रोहिणी त्वचेत अर्बुदादि विकार आणि मांसधरेत भगंदरादि विकार होतात असे सांगितले

आहे. त्यात त्वचेच्या नंतर सात कला सांगितल्या आहेत. कला म्हणजे धात्वाशयान्तरमर्यादाः । असे वचन आहे. कलांवर स्नायू जरायू किंवा श्लेष्मा यांचे वेष्टण असते असे पुढे सांगितले आहे. कलांची नावे, मांसधरा, रक्तधरा, मेदोधरा, श्लेष्मधरा, पुरीषधरा, पित्तधरा आणि शुक्रधरा अशी आहेत. शुक्रधरा कला-पुरुषाच्या सर्व शरीरभर पसरलेली असून तिच्यातून स्त्रीसंगाने शुक्र बाहेर पडते. गर्भधारणेने आर्तव खाली वहाणारी स्रोतसे बंद होऊन जातात, त्यामुळे ते वर जाऊन अपरा (वार) उत्पन्न करते, आणि आणखी वर जाऊन स्तनांना पुष्टी देते असे सांगितले आहे.

येथे **इंद्रियांची उत्पत्ती** सांगितली आहे ती अशी: गर्भाची यकृत् व प्लीहा रक्तापासून, फुप्पुस रक्ताच्या फेसापासून आणि उण्डुक रक्ताच्या मळीपासून उत्पन्न होते. रक्त व श्लेष्मा यांपासून श्रेष्ठ प्रतीचे द्रव्यांतर निर्माण होते ते पित्ताच्या योगाने निर्माण होत असताना त्या पित्ताच्या मागोमाग त्यात वायू शिरतो. त्या योगाने आतडी गुद व बस्ती निर्माण होतात. विस्तवावर ठेवून फुंकर मारल्याने सोन्याचा जसा रस होतो त्याप्रमाणे कफ रक्त आणि मांस ही पोटामधे पचू लागली म्हणजे त्यातून जीभ उत्पन्न होते. योग्य तितका उबारा मिळाला म्हणजे वायू गर्भपिंडात पोकळ्या पाडून स्रोतसे तयार करतो, पिशितात (मांसात) प्रवेश करून वेगवेगळ्या पेशी निर्माण करतो. तोच मेदामधील चिकणाई घेऊन मांसातूनच सिरा व स्नायू निर्माण करतो. मृदुपाकाने सिरा आणि कडक पाकाने स्नायू निर्माण होतात. तो मांसालाच चिकटून राहिला म्हणजे आशय निर्माण करतो. रक्त व मेद यांचे द्रव्यांतर वृक्कात आणि मांस रक्त कफ व मेद यांचे द्रव्यांतर वृषणात होते. रक्त आणि कफ यांचे द्रव्यांतर होऊन हृदय निर्माण होते. त्यासच प्राणवाही धमन्या लागून असतात. हृदयाच्या खाली डाव्या बाजूला प्लीहा व फुप्पुस आणि उजव्या बाजूला यकृत व क्लोम (फुप्पुस) ही असतात. असे हे हृदय चेतनांचे विशेष स्थान आहे. त्यावर तमाचे पांघरूण आले असता झोप येते. हृदय हे कमळासारखे असते. त्याचे मुख खाली असते. जागेपणी त्याचा विकास होतो आणि झोपेत ते मिटते.

गर्भसंभव सांगितल्यानंतर त्रिदोषघटनेनुसार **सात प्रकृती** सांगितल्या आहेत. नंतर पंचमहाभूतांपैकी तीन दोषरूपच म्हणून सोडून देऊन भौतिकी दोन प्रकृती, पार्थिव व नाभस अशा सांगितल्या आहेत. पार्थिव प्रकृतीचा माणूस क्षमाशील असून त्याचा देह स्थूल असतो आणि नाभस प्रकृतीचा माणूस शुचि व चिरजीवी असतो, असे सांगितले आहे. याशिवाय सात्त्विक राजस तामस असे तीन प्रकार

सांगून त्यातही आणखी पोटप्रकार एकेकाचे सात सहा व तीन इतके सांगितले आहेत. या प्रकृतिवर्णनात शारीरगुण व स्वभावगुण किंवा वर्तनरीती या दोहींचा समावेश आहे. गोराकाळा इत्यादि शरीर-गुण व कोपी शांत इत्यादी स्वभावगुण होत.

सुश्रुतसंहितेच्या पाचव्या अध्यायाचे नाव **शरीर संख्या-व्याकरण** असे आहे. येथेही गर्भसंभवापासूनच सुरुवात करून अंगप्रत्यंगे आणि प्रत्यंगविभाग सांगितले आहेत ते असे :- त्वचा ७, कला ७, आशय ७, धातू ७, सिरा ७००, पेशी ५००, स्नायू ९००, अस्थी ३००, संधी २१०, मर्मे १०७, धमन्या २४, दोष ३, मल ३, स्रोतसे ९, कण्डरा १६, जाले १६, कूर्चा ६, रज्जू ४, सेवन्या ७, संघात १४, सीमंत १४, योगवह स्रोतसे २४, अंत्रे २.

आशय, वात पित्त श्लेश्म रक्त आम पक्व मूत्र आणि स्त्रियात गर्भ यांचे असून, स्रोतसे श्रवण २, नयन २, वदन १, घ्राण २, गुद १, मेढ़् १ यात नऊ आणि स्त्रियात मात्र स्तनात २ व अधोरक्तवाही १ अशी अधिक असतात, कंडरा प्रत्येकी चार, हात पाय ग्रीवा व पृष्ठ यात असतात. हातापायात त्यांचे प्ररोह नखे ही होत.

मांससिरास्नायु-अस्थि यांची जाळी प्रत्येकी चार चार असतात ती मणिबंध आणि गुल्फ यात असून ती एकमेकाशी बांधलेली आणि एकमेकास चिकटलेली आणि एकमेकात गुंतलेली असतात. त्यांनी सर्व शरीर गुंफलेले असते.

सहा कूर्च असतात ते हात पाय ग्रीवा मेढ़् यात, हातापायात दोन दोन, आणि ग्रीवामेढ़् यात एकेक असतात.

मोठे मांसरज्जू चार असतात. ते पृष्ठवंशाच्या दोन बाजूंना दोन दोन आत बाहेर असतात.

सात सेवन्या असतात. त्यांपैकी पाच शिरोदेशात विभागलेल्या असतात. जिव्हा आणि शेफस् यात एकेक असते.

अस्थिसंघात चौदा असतात, त्यापैकी तीन तीन गुल्फ जानु वंक्षण यात असतात. त्रिकात आणि शिरोदेशात एकेक असतो. याप्रमाणेच सीमंत समजावे.

वेदवादी लोक अस्थी ३६० सांगतात पण शल्यतंत्रात ३०० सांगतात. अस्थींचे पाच प्रकार आहेत ते कपाल (पसरट), रुचक (दंत), तरुण, बलय, नलक हे होत.

संधींचे प्रकार आठ. ते कोर, उलूखल, सामुद्ग, प्रतर, तुन्नसेवनी, वायसतुंड, मंडल व शंखावर्त हे होत. मंडलसंधी कंठ हृदय नेत्र व क्लोमनाडी यात असतात.

स्नायू ९०० आहेत. त्यापैकी शाखात ६००, कोष्ठात २३०, ग्रीवेत व वरती ३०. पेशी ५०० आहेत. त्यापैकी शाखात ४००, कोष्ठात ६६, ग्रीवेत व वरती ३४. स्त्रियामध्ये २० पेशी अधिक असतात. दोन स्तनात १०, अपत्य-पथात ४. त्यांपैकी आत पसरलेल्या २ आणि मुखाश्रित बाहेरून वाटोळ्या २. जेथे गर्भ राहतो ती गर्भशय्या पित्ताशय आणि पक्वाशय यांच्या मधे असते. योनीमधे तीन आवर्त असतात. त्यांपैकी तिसऱ्या आवर्तात गर्भशय्या असते. प्रसवाच्या सुमारास गर्भ, गर्भाशयात आकुंचित आणि अभिमुख होऊन राहतो.

शेवटी सांगितले आहे की :– त्वचादी जी अंगप्रत्यंगे सांगितली ती डोळ्यांनी पहावी. त्याकरता एक पुरुषाचे शव घ्यावे. त्याला सर्व गात्रे असावीत. त्याची आतडी व विष्टा काढून टाकावीत. ते शव वहात नसलेल्या नदीत कुजवावे. असे करताना त्याची सर्व अंगप्रत्यंगे गवताने गुंडाळून टाकावीत आणि ते पिंजऱ्यात घालून बांधून ठेवावे. सात दिवसांनी ते चांगले कुजले म्हणजे कुंचल्याने कुंचलून आणि सावकाशपणे घासून घ्यावे.

शरीरे चैव शास्त्रे च दृष्टार्थः स्यात् विशारदः ॥
दृष्टश्रुताभ्यां संदेहम् अपोह्यैवाचरेत् क्रियाः ॥ ५१ ॥

सुश्रुतसंहितेचा सहावा अध्याय **प्रत्येक मर्मनिर्देश** या नावाचा आहे. त्यात शरीरातील शल्यतंत्रदृष्ट्या महत्त्वाची स्थाने सांगितली आहेत. सातव्या अध्यायाचे नाव **सिरावर्णविभक्ति** असे आहे. त्यातील विवेचन असे : सिरा सातशे आहेत. जशा एखाद्या बागेत जलहारिणी असतात किंवा एकाद्या शेतात कालवे असतात तशाच शरीरात शिरा असतात. त्यांच्यात आकुंचन-प्रसारणाचे सामर्थ्य असते. त्यांचा उपयोग शरीरास होतो. त्यास योग्यतेनुसार ओलावा मिळतो. झाडाच्या पानात सिरांचा पसारा असतो तसाच यांचाही शरीरात पसारा असतो. त्यांचे मूळ म्हणजे नाभी होय. तेथून त्या वर खाली व आडव्या दिशेत पसरतात. नाभीत प्राण असतात, उलट नाभी प्राणाच्या आश्रयाने असते. चाकाच्या तुंब्याप्रमाणे नाभी असते. तुंब्याभोवती अरे असावे तशा शिरा नाभीभोवती असतात. या **मूलसिरा चाळीस** असतात. वात, पित्त कफ व रक्त वाहणाऱ्या प्रत्येकी दहा शिरा असतात. शिरांचा प्रत्येक संच आपापल्या स्थानात जाऊन त्यातून १७५ सिरा निघतात. याप्रमाणे त्या सातशे भरतात. रक्ताचे स्थान प्लीहा होय.

क्रिया न अडखळता करणे, बुद्धीची कामे यथायोग्य चालवणे इ. गुण **वायू** आपल्या शिरातून नीट वहात असल्याने प्रकट होतात. कांती, अन्नाची रुची, पचनसामर्थ्य आणि सामान्यतः सर्वारोग्य, **पित्त** आपापल्या सिरात चालत असल्याने

लाभते. अंगात लवचीकपणा, सांध्यात स्थैर्य आणि बल इत्यादी गुण **कफ** आपापल्या सिरात चालू असल्याने संपादन होतात. अंगवर्ण धातुपूरण आणि स्पष्ट स्पर्शज्ञान या गोष्टी रक्त आपल्या शिरात चालू असल्याने साधतात. असे जरी असले तरी कोणत्याही सिरात केवळ वायू केवळ पित्त केवळ कफ किंवा केवळ रक्त वाहते असे नाही. सर्वात सर्व वाहते. आधिक्यानुसार नावे दिली जातात. कफ वात पित्त बिघडले म्हणजे ते आपला मार्ग सोडून जातात. त्यामुळे विकार उत्पन्न होतात. अशा प्रसंगी वायूने अरुण, पित्ताने उष्ण व निळ्या, कफाने शीत आणि गौरवर्ण आणि रक्ताने रोहिण्या (रक्तवर्ण) अशा शिरा दिसू लागतात.

आठव्या अध्यायाचे नाव **सिराव्यधविधिशारीर** असे आहे. या अध्यायात रोगचिकित्सा म्हणून सिरा तोडण्याच्या व्यवहाराचे सविस्तर वर्णन केले आहे.

नवव्या अध्यायाचे नाव **धमनीव्याकरण** असे आहे. यातील प्रतिपादन असे आहे :— **नाभीपासून चोवीस धमन्या** निघतात असे सांगतात. त्यासंबंधी काहीजण म्हणतात की, सिरा धमनी व स्रोतस् यात भेद नाही; धमन्या व स्रोतसे हे सिराविकार होत. तथापि ते ठीक नाही. धमन्या व स्रोतसे सिराहून निराळी असतात. का असे विचाराल तर (१) त्यांची लक्षणे वेगळी आहेत. (२) त्यांच्या आरंभी जुळवणी वेगळी आहे. (३) त्यांची कार्ये वेगळी आहेत आणि (४) त्यांच्याविषयीचा शास्त्रार्थही वेगळा आहे. परंतु केवळ त्या एकमेकीजवळ असतात, त्यांच्याविषयीचा शास्त्रार्थ आणि कार्य यात सारखेपणा आहे आणि त्या सूक्ष्मही आहेत. म्हणून कार्ये भिन्न असूनही त्यात भेद नाही असे वाटते.

धमन्यांचा प्रारंभ नाभीत होतो. तेथून वर जाणाऱ्या दहा, खाली जाणाऱ्या दहा आणि आडव्या किंवा तिरप्या जाणाऱ्या चार असतात. ज्या वर जातात त्यांच्या योगाने शब्द–स्पर्श–रूप-रस–गंध–प्रश्वास–उच्छ्वास-जृंभित–क्षुद्–हसित –कथित–रुदित, इत्यादी विशेषांचे अभिवहन होते, हा शरीरास उपयोग होतो. त्या हृदयाशी येऊन त्रिधा होतात. अशा धमन्या तीस तयार होतात. त्यांपैकी दोन दोन वात पित्त कफ रक्त व रस वाहतात. अशा त्या दहा झाल्या. आठांनी शब्द रूप–रस-गंध यांचे ग्रहण होते. दोहींनी भाषण, दोहींनी घोषण, दोहींनी झोपणे, दोहींनी जागणे, दोघींनी अश्रू वाहणे या क्रिया घडतात. दोन स्त्रियांचे स्तन्य वाहतात. पुरुषात त्या स्तनापासून शुक्र वाहतात. त्या अशा तीस होतात. यांनीच नाभीच्या वरील उदर, पार्श्व, पृष्ठ, उरः, स्कंध, ग्रीवा व बाहू यांचेही पोषण व कार्यवाहन होते.

खाली जाणाऱ्या धमन्या वात, मूत्र, पुरीष, शुक्र व आर्तवादी खाली वाहतात. त्या पित्ताशयापर्यंत जाऊन तेथील अन्नपानरस उष्णतेने विपक्व झालेला

निवडून वाहतात आणि अशा रीतीने शरीरास उपयोगी पडतात. त्याच वर आणि आडव्या किंवा तिरप्या जाणाऱ्यांना रस पुरवतात. त्या रसस्थान भरून काढतात त्या मूत्रपुरीष स्वेद वेचून काढतात. त्या आमपक्वाशयांच्या आत जाऊन त्रिधा होतात. अशा त्या तीस होतात. त्यांपैकी दोन दोन वातपित्तकफ रक्त व रस वाहतात. दोन अन्न वाहतात त्या आतड्यात जातात. दोन तोय वाहतात, दोन मूत्रवस्तीपर्यंत जाऊन मूत्र वाहतात, शुक्र वाहणाऱ्या दोन शुक्र उत्पन्न करतात, दोन त्याचा विसर्ग करतात. त्याच स्त्रियांचे आर्तवरक्त वाहतात. दोन त्याचा विसर्ग करतात. त्याच स्त्रियांचे आर्तवरक्त वाहतात. दोन स्थूलान्त्रास जोडून असतात त्या मलनिरास करतात. आणखी आठ आडव्या किंवा तिरक्या जाणाऱ्या धमनींना स्वेद पोचवतात. अशा त्या एकूण तीस होतात. त्यांच्या योगाने नाभी-खालील इंद्रिये यथास्थित चालतात. आडव्या किंवा तिरप्या जाणाऱ्या चार धमन्यांपैकी एकेकीचे शेकडो किंबहुना हजारो फाटे आहेत. यांनी सर्व शरीर गुंफलेले आहे. त्यांची मुखे रोमकूपाशी बांधलेली असतात. त्यांच्या योगाने स्वेदवहन आणि अंतर्बाह्य रसतर्पण होते. त्यांच्या योगानेच अंभ्यंग, परिषेक, अवगाहन यांची वीर्ये शरीरात शिरतात आणि त्वचेत पचून जातात. त्यांच्याच योगाने बरा वाईट स्पर्श कळतो. या चार धमन्या सर्वांगात जातात.

कमळाच्या दांड्यात जशा रस वाहण्याच्या पोकळ्या असतात तशाच धमनींच्या रस वाहणाच्या वाटा असतात. तीच स्रोतसे होत. प्राण, उदक, अन्न, रस, रक्त, मांस, मेद, मूत्र, पुरीष, शुक्र किंवा स्त्रियांचे आर्तव, ही वाहणारी प्रत्येकी दोन दोन स्रोतसे असतात. त्यांची मूलस्थाने अशी:– प्राणवहांचे हृदय, उदकवहांची तालू व क्लोम, अन्नवहांची आमाशय व अन्नवाहिनी धमन्या, रसवहांची हृदय व रसवाहिनी धमन्या, रक्तवहांची यकृत् व प्लीहा, मांसवहांची स्नायू त्वचा व रक्तवहा धमन्या, मेदोवहांची कटी व वृक्क, मूत्रवहांची बस्ती व मेढ्र; शुक्रवहांची स्तन व वृषण, आर्तववहांची गर्भाशय व आर्तववाही धमन्या. सुश्रुतसंहितेच्या शारीरस्थानाच्या दहाव्या अध्यायात गर्भिणीशारीर सांगितले आहे.

सुश्रुतसंहितेच्या चिकित्सास्थानात सद्योव्रणचिकित्सा सांगताना व्रणातून **मस्तुलुंग** गळेल असे म्हटले आहे. येथे मात्र मेंदूचा स्पष्ट उल्लेख आहे. तथापि त्यांचा धमनीसंबंध कोठेही सांगितलेला नाही. चरकसंहितेच्या शारीरस्थानाच्या सातव्या अध्यायात अंजलिसंख्या (परिमाणे) सांगताना । **मस्तिष्कस्य अर्धांजलिः** । असा उल्लेख आहे. यावर टीकाकार । **मस्तिष्कः शिरोगतः स्नेहः** । असा अर्थ देतात. येथे धमनीसंबंध दर्शविलेला नाही. अष्टांगसंग्रहग्रंथाच्या शारीरस्थानातील कलावर्णनात शिरसि कपालप्रतिच्छन्नं **मस्तिष्काख्यं मस्तुलुंगाख्यं च** । (मेदः)

असा उल्लेख आहे ,पण तेथेही इतर अवयवांशी कार्यसंबंध सांगितलेला नाही. याच स्थानातील मर्मवर्णनात **मस्तकाभ्यंतरे अधिपतिर्नाम मर्म** असा उल्लेख आहे. त्यात **मस्तक = मेंदू** असेच आहे.

सुश्रुतसंहितेच्या **उत्तरतंत्र** नामक विभागाच्या पहिल्याच अध्यायात **नेत्रवर्णन** आहे ते असे:–

डोळा हा बाह्यत: बुडबुड्यासारखा आहे. आंगठ्याच्या मोठ्या जाडीने मोजला असता त्याची खोली दोन अंगुळे भरते. डोळ्याचा दर्शनी भाग वाटोळा असतो. तो कसाही मोजा अडीच बोटेच रुंद भरावयाचा, डोळ्याची आकृती गोस्तनासारखी चांगली वाटोळी असते. तो सर्व महाभूतापासून उत्पन्न झालेला असतो. भूमीपासून मांस, अग्नीपासून रक्त, वायूपासून कृष्णमंडल आणि जलापासून श्वेतमंडल निपजते. आकाशापासून अश्रुमार्ग उत्पन्न होतात. नेत्राच्या लांबीच्या तृतीयांश व्यासाचे कृष्णमंडल असते आणि त्याच्या सप्तमांश व्यासाचे दृष्टिमंडळ असते. नेत्रात मोतीबिंदु होतो तो उन्हात अतिशय आकुंचित होतो आणि छायेत विस्तारतो. मानवी दृष्टी पंचमहाभूतांच्या परिपाकाने उत्पन्न होते. तिजमध्ये काजव्यासारखे तेज भरलेले असते. तिजवर नेत्राच्या बाह्य पटलांचे आवरण असते, नेत्राभिज्ञ लोक सांगतात की ती शीतगुणी असते. नेत्रात दोन वर्त्मपटले असतात. आणखी चार पटले असतात त्यात तिमिर दोष उत्पन्न होतो. या चार पटलातले बाहेरचे पटल तेजोजलास टेकून असते. दुसरे मांसमंडलास टेकून असते. तिसरे मेदोमय असते आणि चवथे अस्थीला टेकून असते. दृष्टिमंडळाच्या पंचमांश मानाची त्यांची जाडी असते.

मानवी शरीराविषयी **ज्ञान यंत्रसाधनावाचून** नुसत्या बाह्य अवलोकनाने मिळते ते अगदी थोडके आणि संदिग्ध असते. जिवंत देहाचे अंतरंग केव्हातरी अपघातप्रसंगी आणि बुद्धचा शस्त्रचिकित्साप्रसंगी मात्र पाहता यावयाचे. अशा प्रसंगी शारीर ज्ञानात काही भर पडते पण ती अगदी थोडीच असते. म्हणून सविस्तर ज्ञान मिळवण्याकरता मृतदेहाचे निरीक्षण करावे असे सुश्रुतसंहितेच्या पाचव्या अध्यायाच्या शेवटी सांगितले आहे. तथापि त्यात सांगितलेल्या रीतीने शरीरातील सांगाडा आणि सांधे यांचे मात्र ज्ञान चांगल्या रीतीने होणे शक्य आहे. सात दिवस वाहत्या पाण्यात कुजलेले शरीर कुंचलून पाहावयाचे आहे. त्यामुळे मृदु अवयवांचे ज्ञान नीटपणे होणे नाही. या अध्यायात अगोदर जे वर्णन दिले आहे त्याला संख्याव्याकरण म्हटले आहे. प्रस्तुत वर्णनावरून तसेच दिसून येते. शरीरावयवासंबंधी हे झाले. आता शरीरक्रियांविषयी पाहता सबंध संहितेत प्रयोग-निरीक्षणाचा उल्लेख कोठेही आढळत नाही. प्रयोग केल्यावाचून आणि विशिष्ट

अवलोकनाकरता योजावयाच्या साधनावाचून जे ज्ञान जिज्ञासू चिकित्सकाला मिळणे शक्य आहे तेवढे या संहितेत सांगितलेले आहे. इतर संहिताही या बाबतीत अधिक काही सांगत नाहीत. आयुर्वेदाची प्रवृत्ती व्याधिहरण आणि स्वास्थ्यरक्षण या करता असून त्यातील एक अंग म्हणून शारीरशास्त्र निर्माण झालेले आहे.

आयुर्वेदसंहिता प्रकट झाल्यानंतर कित्येक शतकानी **हठयोग**–वाङमय* रचिले गेले. या ग्रंथांचा मुख्य विषय मोक्ष मिळविण्याचा उपाय म्हणून ध्यान धारणा समाधी यांचा अभ्यास सांगणे शिकवणे हा आहे. यात अनुषंगाने शरीरवर्णन आलेले आहे. शरीराच्या अंतरंगाचे जे वर्णन या ग्रंथात येते ते प्रत्यक्ष दृष्ट नसते. ते **योगसमाधीने दिसणारे** असते. समाधी उतरल्यानंतर जी त्याविषयी स्मृती राहते तिच्या आधाराने ते लिहिलेले असते. प्रत्यक्षाशी ते जुळते की नाही हे प्रत्यक्ष अवलोकन करणारांनी ठरवावयाचे आहे. काही अंशी ते जुळते. ते किती जुळते हे दाखविण्यापुरते त्याचे विवेचन येथे करावयाचे आहे. या वाङमयातील दोनच ग्रंथांचा येथे विचार करावयाचा आहे. एक ग्रंथ **षट्चक्रनिरूपण** या नावाचा आहे. दुसरा ग्रंथ **गोरक्षशतक** हा आहे. हा गोरखनाथांनी लिहिला आहे. याच नाथ-परंपरेतले संत ज्ञानेश्वरमहाराज होत. हा ग्रंथ इसवी आठव्या शतकाच्या सुमारास लिहिला गेला असावा असा तर्क आहे. षट्चक्रनिरूपण हा ग्रंथ त्यापूर्वीचा आहे. दोनही ग्रंथ लहान आहेत. त्यातील अगदी लहानशा भागातच आपणाला पाहिजे ती शारीरविषयक माहिती आलेली आहे.

हठयोगग्रंथात शरीरात **सहा चक्रे** आहेत असे सांगतात. मूलाधार, स्वाधिष्ठान, मणिपूर, अनाहत, विशुद्ध आणि आज्ञा अशी या चक्रांची नावे आहेत. हातपाय या शाखा सोडून बाकीच्या शरीराचे भाग म्हणजेच ही सहा चक्रे होत. हे भाग अर्थातच वाटोळसर असतात. पहिला भाग अगदी तळातला, परिगुद हा होय. दुसरा भाग कटीर, तिसरा भाग उदर, चवथा भाग वक्ष, पाचवा भाग ग्रीवा आणि सहावा भाग शीर्ष यांची नावे काव्यमय आहेत. मूलाधार हे समजण्यास काहीच अडचण नाही. स्वाधिष्ठान या शब्दाचा अर्थ लावता येतो. स्व म्हणजे स्वकुल याचे अधिष्ठान या चक्रात असते. या चक्रात सर्गेंद्रिये असतात. त्यांच्या करवीच कुलाधिष्ठान मिळते, संतती होते. मणिपूर हे नाव समजावयास सोपे नाही. उदरात जे मणके असतात त्यांना अनुलक्षून हे नाव असेल. अनाहत हे

* हठप्रदीपिका, घेरंडसंहिता, शिवसंहिता, षट्चक्रनिरूपण, गोरक्षशतक, आणि गोरक्षपद्धति.

नाव समजू शकते. हृदयातून जे ध्वनी निघतात ते अनाहत होत. बाहेरून आघात न करता आपोआप ते उत्पन्न होतात. ज्यात प्रमुख इंद्रिय हृदय हे असते तो शरीरभाग अनाहत होय. ग्रीवेला विशुद्ध का म्हटले ते समजणे अवघड नाही. ग्रीवेतील मुख्य इंद्रिय कंठ. त्यातून वाचा निघते. वाचा हाच मनुष्याचा विशेष आहे. वाचेनेच ज्ञानसमृद्धी करता येते, आणि वाचेनेच मनुष्य जपयज्ञ करून विशुद्ध होऊ शकतो. सहाव्या भागाला आज्ञाचक्र म्हणतात. त्यातील विशेष स्थान भ्रूमध्य हे सांगतात. भ्रूलतेच्या योगाने मनुष्य आज्ञा देऊ शकतो.

चक्रांनाच पर्यायाने **कमलेही** म्हणतात. दोनही उपमाच आहेत. चक्राची उपमा घेतली म्हणजे भागांना अरे असे म्हणतात आणि **कमलाची** उपमा घेतली म्हणजे भागांना पाकळ्या म्हणतात. पहिल्या चक्राला चार पाकळ्या आहेत. याचा अर्थ परिगुदास चार कोपरे आहेत असा आहे. स्वाधिष्ठानास सहा पाकळ्या सांगतात, कारण कामपूर्तीची इंद्रिये सहा असू शकतात. हात, नेत्र, मुख व सर्गेंद्रिय ही ती सहा होत. सर्गपेशिकेत सर्व इंद्रियाचा समावेश करावा म्हणजे झाले. मणिपुरात दहा पाकळ्या आहेत. उदरात पचनेंद्रिये दहा सहज गणता येतात. अनाहतास बारा पाकळ्या सांगितल्या आहेत. हृदयाला जोडलेल्या बारा वाहिन्या गणता येतात. मात्र या बारात मेखलाप्रवा व प्रतिवा यांचा समावेश करावा लागतो. विशुद्धास सोळा पाकळ्या सांगितल्या आहेत, कारण उघडच आहे की सोळा स्वरोच्चार आहेत. आज्ञाचक्रास दोनच पाकळ्या सांगितल्या आहेत, कारण भुवया दोन आहेत. या पद्माचे वर्णन आहे तेः– आज्ञानाम **अंबुजं** तत् परिलसितवपुः **नेत्रपत्रं सुशुभ्रम्** ।। ष० नि० ।।३२।। येथे नेत्रे या त्याच्या दोन पाकळ्या असतात जसे स्पष्ट सांगितले आहे. नेत्रे या, पद्माच्या पाकळ्या असतात त्या अर्थी येथे सबंध मुखवटा अभिप्रेत आहे, याच धरतीवर इतर पद्मे समजावयाची.

या चक्रात किंवा पद्मात खालपासून वरपर्यन्त पृथ्वी आप तेज वायु व आकाश ही **महाभूते** प्रधान असतात असे सांगितले आहे. हेही काव्यच आहे. जड मळ, द्रव मळ व वीर्य, पाचक अग्नी; प्रेरक वायु आणि कंठातील आकाश ही पाच पहिल्या पाच पद्मांची महाभूते झाली. गोरक्षशतकात पृथ्वी हृदयात आणि तेथून वर इतर महाभूते कल्पिली आहेत. षट्चक्रनिरूपणात चक्रे सहाच पण पद्मे मात्र सात सांगितली आहेत. सहस्रार हे सातवे पद्म भ्रूमध्याच्याही वरती असते. हे पद्म म्हणजे अर्थातच मस्तक होय. या ग्रंथात आणखी एक काव्य-विलास आहे. तो असा की त्यात एक अक्षरविन्यास सांगितला आहे. वर्णमालेत ळ सोडून पन्नास अक्षरे आहेत. त्यांची मांडणी प्रस्तुत पद्मात कल्पिली आहे ती :—

सहस्रार	ळ सकट सर्व वर्ण		
आज्ञा	ह क्ष		२
विशुद्ध	अ आ इ ई उ ऊ ऋ ॠ लृ ॡ ए ऐ ओ औ अं अः		१६
अनाहत	क् ख् ग् घ् ङ	च् छ्	
	ज् झ् ञ्	ट् ठ्	१२
मणिपूर	ड् ढ् ण्	त् थ्	
	द् ध् न्	प् फ्	१०
स्वाधिष्ठान	ब् भ् म्	य् र् ल्	६
मूलाधार	व् श् ष्	स्	४

सामान्य संस्कृतात ळ हा वर्ण नाही म्हणून तो वेगळा दाखविला आहे. सहस्रारात सर्व वर्ण आहेत, याचाच अर्थ ते श्रेष्ठ ज्ञानेंद्रिय आहे असा होतो. वर्ण ५० किंवा ५१ आहेत याचा अर्थ, मेंदूतील मस्तकभागात ५० गिरिका आहेत आणि एका मोठ्या अवयवाने दोनही गोलार्ध जोडलेले आहेत असा करता येतो. **सहस्रारात मन** असते असे षट्चक्रनिरूपणात सांगितले आहे. या चक्रात (पद्मात) **प्रणवविरचनारूप आत्मा** राहतो असे सांगितले आहे. तेथे असेही सांगितले आहे की भ्रूमध्याच्या वर शंखिनीनाडीच्याही वर शून्य देशात प्रकाश असतो, तेथेच **ओंकार** आहे. शंखनाडी ही संज्ञा चवथ्या विवराला दिलेली असून वरून पाहिलेल्या मेंदूतील विवरांच्या देखाव्यास ओंकार म्हटले आहे. **अनुस्वार** आणि **विसर्ग** यांचे उल्लेख प्रस्तुत संदर्भात आहेत. दोन अपमध्य मस्तुविवरे तिसऱ्यास जोडणाऱ्या रंध्राची वरची दोन टोके तो विसर्ग आणि खालचे एक टोक तो अनुस्वार होय. अनुस्वाराचेच नाव ब्रह्मरंध्र. ३५ ने ४० या श्लोकात हा सर्व काव्यभाग आलेला आहे. हे एक गूढ काव्य आहे, पण उकलले असता रम्य निरूपणही आहे.

नाडी हा शब्द योगवाङ्मयात बराच गाजलेला आहे. षट्चक्रनिरूपणाच्या पहिल्या दोन श्लोकातच सहा नाड्यांचे नामनिर्देश आहेत. मात्र पहिल्या दोन नाड्यांनाच सिरा असे म्हटले आहे. या नाड्या मेरुदंडाच्या बाहेर डाव्या उजव्या बाजूस असून त्यांना इडा व पिंगला अशी नावे दिली आहेत. राहिलेल्या चार नाड्या मेरुदंडाच्या आत आणि एकीच्या आत दुसरी अशा सांगितल्या आहेत. त्यांची नावे वज्रा, चित्रिणी, सुषुम्णा आणि ब्रह्म-नाडी अशी होत.

मेरोर्बाह्यप्रदेशे **शशिमिहिर-शिरे** सव्यदक्षे निषण्णे ।
मध्ये नाडी **सुषुम्णा** त्रि-त-यगुणमयी चंद्रसूर्याग्निरूपा ॥
धूस्तूर –स्मेर–पुष्पग्रथिततमवपुः कंदमध्यात् शिरःस्था ।
वज्राख्या मेढ्रदेशात् शिरसि परिगता मध्यमे स्यात् ज्वलंती ॥ १ ॥

तन्मध्ये **चित्रिणी** सा प्रणवविलसिता योगिनां योगगम्या ।
लूतातंतूपमेया सकलसरसिजान् मेरुमध्यांतरस्थान् ॥
भित्वा देदीप्यते तद् ग्रथनरचनया शुद्धबोधस्वरूपा ।
तन्मध्ये **ब्रह्मनाडी** हरमुखकुहरात् आदिदेवान्तसंस्था ॥ २ ॥

– सहस्रदलपद्माच्या वर्णनात **शंखिनी** नाडी सांगितली आहे.

तदूर्ध्वे शंखिन्याः निवसति शिखरे शून्यदेशे प्रकाशम् ।
विसर्गाधः पद्मम् दशशतदलम् पूर्णचंद्रातिशुभ्रम् ॥ ... ॥ ४० ॥

वज्रा ही परिवर्मनळी आहे हे तिच्या नावावरूनच सूचित होत आहे.

चित्रिणी ही प्रवर्म आणि आवर्म मिळून प्रावर्मनळी आहे असेही नावावरून सूचित होत आहे. या नळीचे तट रक्तवाहिनीमय असतात. रक्तास विविध रंग असतात म्हणून ती चित्रिणी म्हणतात. त्यांच्या आतील नाडी **सुषुम्णा** ही कशा ठरते. ही कंदमध्यापासून शिरोदेशात जाते. कंद हे नाव त्रिकास्थीला दिलेले दिसते. पाठकण्याचा हा विशेष जाडी भाग आहे. शंखिनी नाडी ही भ्रूमध्याच्या वर आहे आणि तिच्यावर दशशतदलपद्म आहे. ही नाडी हे मेंदूच्या चवथ्या विवराचे नाव आहे. याच्या वरती शून्य देश आहेत ती पहिली तीन विवरे होत. **डाव्या उजव्या विवरामिळून** वरून दिसणारा **ओंकाराच्या दोन पाकळ्यांचा देखावा** होतो. तिसऱ्यातील वळणे हा ओंकाराचा तिसरा भाग होतो. ओंकार लिहिण्याची विशिष्ट पद्धत या देखाव्यावरून निघालेली दिसते. सर्व नाड्यांच्या आत ब्रह्मनाडी आहे. ती अर्थात् कशांतर्गत कनाल होय असे दिसून येते. येथील दुसऱ्या श्लोकात पद्मांना मेरुमध्यांतरस्थ म्हटले आहे. या समासाचा अर्थ ज्यांच्या अंतरंगात मेरु आहे असा करावा लागतो. मेरू म्हणजे पाठकणा.

गोरक्ष शतकाच्या* १६ ते २८ श्लोकात नाड्यांचे वर्णन आहे ते असे :–

मेढ्रापासून वर आणि नाभीच्या खाली एकाद्या पक्ष्याच्या अंड्याप्रमाणे कंदयोनी असते. तिच्यातून ७२००० नाड्या निघतात. त्यातल्या ७२ दाखवून दिलेल्या आहेत. त्यातल्या दहा प्राणवाहिन्या आहेत. त्यांची नावे इडा, पिंगला, सुषुम्णा, गांधारी हस्तिजिव्हा, पूषा, यशस्विनी, अलंबुषा, कुहू आणि शंखिनी, अशी आहेत. इडा डाव्या भागात आणि पिंगला उजव्या भागात असते. सुषुम्णा मधोमध असते. गांधारी डाव्या डोळ्यात तर हस्तिजिव्हा उजव्या डोळ्यात असते.

* लोणावळे येथील कैवल्यधाम–संस्थेच्या योगमीमांसा नामक इंग्रजी त्रैमासिकाच्या १९५८ मार्च अंकात गोरक्षशतक प्रसिद्ध झाले आहे.

उजव्या कानात पूषा तर डाव्यात यशस्विनी असते. आननात अलंबूषा तर कुहू लिंगदेशात आणि शंखिनी मूलस्थानात असते. याप्रमाणे द्वारांचा आश्रय करून दहा नाड्या राहिल्या आहेत. इडा पिंगला व सुषुम्णा या तीन नाड्या सतत प्राणवहन करीत असतात. सोम सूर्य व अग्नि या त्यांच्या देवता होत. प्राण अपान समान उदान व्यान नाग कूर्म कृकर देवदत्त व धनंजय असे दहा प्राण आहेत. ते जीवरूपाने हजारो नाड्यात वहात असतात. जीव हा प्राणापानांच्या आधीन असतो. तो डाव्या उजव्या मार्गांनी खालवर धावतो. चंचल असल्यामुळे तो दिसत नाही. काठीने हाणून भुईवर गेलेला चेंडू जसा वर उशी घेतो त्याप्रमाणे प्राणापानांचे टोले खाऊन जीव हालत असतो. एकादा ससाणा दोरीने बांधलेला असल्यास उडून गेलेला खाली ओढला जातो त्याप्रमाणे प्राण आणि अपान यांनी जीव ओढला जातो, कारण तो गुणांनी बांधला गेलेला असतो.

येथे सांगितलेल्या दहा नाड्या समजावयास मुळीच अवघड नाहीत. शरीरातील नऊ द्वारे प्रसिद्ध आहेत. ही **नऊ द्वारे** आणि **दहावा शिरोदेश या ठिकाणी प्राणतत्त्व पोचविण्याच्या दृष्ट किंवा अदृष्ट वाटा त्या दहा नाड्या.** सर्व प्राणक्रिया बाहेरून आत घेतलेल्या वायूवर अवलंबून आहेत हे निश्चित आहे. वायू शरीरात जाऊन उदरात पोचतो. ।। प्राणं सूर्येण आकृष्य पूरयेत् उदरं शनैः ॥४५॥ असे वचन आहे. आता या उदरापासून नवद्वारापर्यंत ज्या वाटा त्या नऊ नाड्या होत. विचाराचे इंद्रिय शिरोदेशात आहे. तेथपर्यंत वायू पोचवण्याची वाट दहावी नाडी. तिचे नाव सुषुम्णा. इडा व पिंगला यांनाच चंद्र आणि सूर्य नाड्या म्हणतात. डावी उजवी नाकपुडी ही प्रस्तुत नाड्यांची द्वारे होत. वस्तुतः बाहेरून शरीरात घेतलेला वायू क्लोमात रक्तप्रवेश करतो आणि रक्तवाहिनीद्वारा सर्व इंद्रियास मिळतो. या इंद्रियास तात्कालिक चेतना मिळते ती चेतन्यांच्या द्वारा. या रक्तवाहिन्यांच्या किंवा चेतनांच्याही वाटा येथे सांगितल्या आहेत तितक्या थेटपणे जाणाऱ्या नाहीत. त्या पुष्कळ आहेत हे खरे पण त्यातल्या दहा येथे सांगितल्या आहेत तशा निवडून काढता येण्यासारख्या नाहीत.

योगवाङमयात **कुंडलिनी** या शब्दाला विशेष महत्त्व आहे. मूलाधारात कुंडलिनी शक्ती सुप्त असते ती योगाभ्यासाने जागृत होऊन सुषुम्णेच्या मार्गे वर ब्रह्मरंध्रापर्यंन्त जाते. तेथे तिची परमेश्वराशी गाठ होते असे ग्रंथात वर्णन आहे. कुंडलिनीला साडेतीन वेढे असतात असे षट्चक्रनिरूपणात म्हटले असून गोरक्ष. शतकात तिला आठ कुंडले सांगितली आहेत. सुषुम्णा म्हणजे जर कशा म्हटले तर तिला साडेतीन वेढे आहेत हे वर्णन यथार्थ ठरते. पण ती जागृतावस्थेतच केवळ

कुंडलिनी असते असे म्हटले पाहिजे. कशान्तापासून ब्रह्मरंध्रापर्यन्त आणखी चार वेढे गणता येतील. परमेश्वर तो **शिव** आणि कुंडलिनी ती **शक्ती** होय. शिवशक्ति मीलनाने ब्रह्मज्ञान प्राप्त होते असे सर्व ग्रंथकारांनी सांगितले आहे.

सुप्ता सर्पसमा शिवोपरि लसत् **सार्धत्रिवृत्ताकृतिः** || ष० च० १० ||
कूजन्ती कुलकुण्डली च मधुरं मत्तालिमालास्फुटम् || ष० च० ११ ||
कंदोर्ध्वे **कुंडली-शक्तिः अष्टधा कुण्डली कृता ।**
ब्रह्मद्वारमुखं नित्यं मुखेनावृत्य तिष्ठति || ३० || गोरक्षशतक.
प्रबुद्धा वन्हियोगेन मनसा मारुता हता ।
प्रजीवगुणमादाय व्रजत्यूर्ध्वं सुषुम्णया || ३१ || गो० श०

चरकसुश्रुतानंतर शारीरज्ञानाची वाढ आपल्याकडे झाली नाही. पाश्चात्य परंपरेचा संपर्क झाल्यावर तिकडून आलेले ज्ञान चरकसुश्रुतात आहे असे दाखविण्याचा प्रयत्न झाला. या प्रयत्नातच धमनी म्हणजे चेतनी, प्रवाहिनी नव्हे; असे दाखविण्याचा प्रयत्न झाला. गेल्या शतकातील पाश्चात्य विद्याविभूषितांनी मराठीत ग्रंथ केले त्यात त्यांनी धमनी शब्द प्रवाहिनी या अर्थी वापरला. त्यांच्यावर आक्षेप घेऊन तो शब्द बाजूस सारण्यात आला. **गणनाथसेन** यांनी 'प्रत्यक्षशारीर' नामक ग्रंथ संस्कृतात लिहिला. त्यांनी नाडी हा शब्द चेतनी या अर्थी वापरला, आणि आपण तो योग-वाङ्मयातून घेतला असे सांगितले.

डॉ. रेळे यांनी The mysterious Kundalini असा एक ग्रंथ लिहिला त्यात त्यांनी कुंडलिनी म्हणजे उजवी विगूढा आणि सहा चक्रे म्हणजे सहा चेतनीजालके असे म्हटले आहे. ही झाली ग्रंथलेखनाची गोष्ट. प्रत्यक्ष शारीर व ऐंद्रिय या विषयांचे संशोधन हल्ली पाश्चात्य परंपरेने शिकलेल्यांनीच चालविले आहे. कोणीही चालविले तरी ज्ञानाची महती काही कमी-अधिक होत नसते. ज्ञानसंग्रह आणि ज्ञानप्रसार याकरता भाषेची आवश्यकता आहे. म्हणून येथे थोडी भाषाविषयक चर्चा केली आहे. सर **सी. व्ही. रामन्** यांनी १९६४, ६५ त नवीन दर्शनविज्ञान आधुनिक विचारसरणीने लिहिले आहे. ते Current Science मासिकात प्रसिद्ध झाले आहे.

सर चंद्रशेखर रामन् यांनी नेत्रविज्ञानाविषयी जे निबंध लिहिले आहेत त्यात त्यांनी असे प्रतिपादन केले आहे की, रूढ शास्त्रात शलाका व शंकू यांच्या भिन्न संवेदितेसंबंधी जे सांगितले आहे ते चुकीचे आहे; वर्णसंवेदनासंबंधी त्रिवर्ण कल्पनाही चुकीची आहे. त्यांच्या मते प्रकाशाचे पुंज दृक्पटलावर आले म्हणजे

तेथे त्यांचे रूपांतर वीजचेतनात होते. या चेतना चेतनीतंतूतून मस्तकमर्मात जातात. प्रकाशाची उत्पत्ती किंवा प्रकाशापासून अन्य शक्तीची उत्पत्ती या गोष्टी शक्तिपुंजकल्पनेनेच विशद होऊ शकतात. आकृती दीप्ती आणि वर्ण या तीन दृष्टिसंवेदनांच्या अंगांचे विवेचन या रीतीनेच चांगले होऊ शकते.

दृश्य पदार्थ प्रथमतः स्पष्ट आणि स्थिर असला तरी तो दीप्ती कमी केल्याने पुसट व अस्पष्ट दिसतो याचे कारण असे की आता त्या पदार्थाचे प्रतिक्षणी वेगवेगळे भाग दिसतात. त्यामुळे तो तुटक किंवा हालता वाटतो. त्या त्या वेळी इतर भाग अदृश्य असतात. प्रकाशपुंजांचा वर्षाव होत असल्याने हे शक्य आहे. सवर्ण पदार्थ दीप्ती कमी केल्याने आकृतीने अस्पष्ट दिसतात इतकेच नव्हे तर वर्णांनेही अस्पष्ट दिसतात. यावरून आकृती व वर्ण या दोनही संवेदनांचे कारण एकच, प्रकाशपुंजांची आयात, हेच होय. आयात कमी म्हणून संवेदन कमी.

सर रामन् यांनी वर्णगालनाच्या साहाय्याने बरेच प्रयोग केले आहेत. त्यातील काही प्रयोगांनी मिळणारे फलित त्रिवर्ण-प्रकाश-कल्पनेला बाध आणणारे आहेत. नील हरित ताम्र मिळून जर शुभ्र प्रकाश होत असेल तर शुभ्रातून ताम्र गाळून पाहता शुभ्र राहता कामा नये पण तो राहतो, असे त्यांनी सांगितले आहे. त्यानी आणखी सांगितले आहे की –

एकाद्या ताम्रवर्णी पदार्थावर जर झगझगीत प्रकाश पडला तर तो पदार्थ भडक तांबडा दिसतो परंतु आयात प्रकाशाची तीव्रता कमी केली तर तो पदार्थ काळा दिसतो किंवा मुळी दिसतच नाही. उलट तीव्र प्रकाशात जे पदार्थ शुभ्र पांढरे दिसतात ते तो प्रकाश मंद केला असता मंद पांढरेच दिसतात. पिवळी फुले सूर्यप्रकाश मंद झाला असताही पिवळीच दिसतात. पांढऱ्या पदार्थांप्रमाणेच पिवळ्या फुलावरील आयात प्रकाशातून ताम्रवर्ण गाळून टाकला असता त्याचा वर्ण बदलत नाही.

Oct. 5, 1964 to Dec. 20, 1964.

सामान्य दुर्बिणीतून तारे पहात असता वर्णसंवेदन होत नाही पण राक्षसी दुर्बिण वापरली असता ते येते. दोनही समयी टक लावून पाहण्याचेच प्रसंग असल्यामुळे दृक्पटलाच्या मध्यवर्ती भागाचाच उपयोग असतो. तेथे शंकू असतात, शलाका नसतात. दीप्ती आणि सवर्णता यांचे साहचर्य असते. येथे शलाका शंकू संबंध नाही. Dec. 5,1964

बहुवर्णप्रकाशात पीतवर्णाचे विशेष महत्त्व असते.

Sept. 20, 1964-Current Science.

प्रकरण ६३

इतिहास : पाश्चात्य परंपरा

पाश्चात्य परंपरेचा आरंभ इसवी सनापूर्वी पाच शतकामागे जात नाही त्या शतकात **हिपोक्राटीस** होऊन गेला त्याला प्रथमाचार्य म्हटले पाहिजे. शरीराचे चार घटक रक्त, काळे पित्त, पिवळे पित्त, आणि कफ असे चार असतात असे तो प्रतिपादन करी. त्याच्या नंतरच्या शतकात दुसरा आचार्य होऊन गेला तो **आरिस्टोटल** हा होय. जीवसृष्टीत तीन वृत्ती असतात; एक वृद्धिकर, दुसरी संवेदी, आणि तिसरी विवेकी. पहिली वानससृष्टीत, दुसरी प्राणिसृष्टीत आणि तिसरी केवळ मनुष्यातच आढळते असे तो म्हणे. शरीराचे घटक हिपोक्राटीसप्रमाणे तोही चार सांगे. ते चार वायु, पृथ्वी, तज, आणि आप, यापासून झाले असे तो मानीत असे. हृदय तापण्याचा संभव असतो त्याला थंड करण्याकरता मेंदूखाली पिहितपिंडाची योजना आहे असे तो म्हणे. पिहितातून कफ स्रवतो अशी त्याची समजूत होती, हे दोनही आचार्य ग्रीक होते.

इसवी सनापूर्वी तिसऱ्या शतकात ईजिप्त देशात **हिरोफिलस** नामक आचार्य उदयास आला. त्याने मेंदू हे बुद्धिस्थान मानले आणि चेतन्या (नसा) सिरा व धमन्या या भिन्न प्रकारच्या वाहिन्या आहेत असे जाणले, त्याच वेळी इरासिस्ट्राटस हा आणखी एक आचार्य होऊन गेला. त्याने सांगितले की प्रत्येक इंद्रियात धमनी सिरा चेतनी या असतातच. चेतनी पोकळ असते, चैतन्य हे सूक्ष्म वायूचेच रूप असते ते त्यातून वाहते, पलमनात स्थूलवायूला सूक्ष्मरूप येते, प्राणवायू मेंदूच्या विवरात असतो तो चेतनीतून मांसात जाऊन चलन उत्पन्न करतो, असे त्याने प्रतिपादन केले आहे. वायूच मांसास फुगवटी आणतो आणि त्यामुळे चलन घडते, असे तो मानीत असे.

इसवीपूर्वी दुसऱ्या शतकात रोमन आचार्य **गालेन** हा विशेष गाजला. याने सांगाड्याचे सविस्तर वर्णन केले. तो दातांचा समावेश अस्थीतच करी. त्याने माकडाच्या शरीराचाही चांगला अभ्यास केला आणि मनुष्याच्या आणि माकडाच्या स्नायूंचे तुलनात्मक वर्णन लिहिले. याने चेतन्याचे वर्णन लिहिले तेही चांगले आहे. कंठ आणि नेत्र यांचे ज्ञान मिळविण्याकरता त्याने बैलाच्या त्या अवयवांचा

अभ्यास केला. कण्यातील कशेचा छेद करण्याचा काय परिणाम होतो हेही याने लिहून ठेवले आहे.

रक्तचलनासंबंधी गालेन याचे मत असे होते :– अन्नद्रव्ये प्राशनीतून यकृतात जातात, तेथून ती हृदयात जातात; तेथे वायूच्या योगाने त्यांचे रक्त बनते, आणि त्याला पोषणाचे सामर्थ्य येते. उजव्या विसर्जकातून रक्त पल्मनात जाऊन त्यांचे पोषण करते, तथापि सगळे रक्त असे जात नाही. दोन विसर्जकातील अंतरायात अदृश्य छिद्रे असतात. त्यातून काही रक्त डाव्या विसर्जकात जाते. पल्मनातून वायू डाव्या विसर्जकात येतो. हा निराळ्या प्रकारचा वायू असतो. या वायूचा संस्कार झालेले रक्त डाव्या विसर्जकातून धमनीद्वारा सर्वशरीरावयवापर्यंत जाते. तेथे त्याला भरती ओहोटी येत असते तीच धमनीच्या धसक्याच्या रूपाने आपणास जाणवते. मेंदूत गेल्यावर रक्ताला जीवनवायू मिळतो. मलिन रक्तातील मळ पल्मनातून वायुरूपानेच बाहेर पडतो. हे मलिन रक्त डाव्या विसर्जकातून मागे आदायकात जाते. शरीरात अन्नद्रव्ये जळतात त्यांचा धूर पल्मनातून बाहेर जातो.

गालेन याने प्रकट केलेल्या या मतात काही तथ्य आहे आणि काही मिथ्याही आहे. तथ्य व मिथ्या यांच्यातील भेद समजून घेण्याचा प्रयत्न त्याच्या नंतर चार शतकेपर्यंत कोणी केला नाही. ख्रिस्तोदयाबरोबर रोमन साम्राज्य ढासळले. सातव्या शतकात इस्लामाचा उदय झाला. इस्लामी विद्वानांनी **ग्रीक-ग्रंथाची अरबी भाषांतरे** केली. ख्रिस्ती लोकांनी त्याच ग्रंथांची लॅटीन भाषांतरे केली, ग्रंथांचा अभ्यास वाढवला; परंतु प्रत्यक्षावरून ग्रंथवचनांचा ताळा पाहणे आणि नवीन अनुभव घेऊन त्यातील तत्त्वांचा शोध करणे, या गोष्टी केल्या नाहीत. ही ग्रंथैकनिष्ठा पंधराव्या शतकापर्यंत चालू होती.

पंधराव्या शतकाच्या उत्तरार्धात इतालीत **लिओनार्दो दा विंची** हा उदयास आला. त्याने यंत्रशास्त्राचा चांगला अभ्यास केला. त्याचा एक वैद्यकव्यवसायी मित्र होता. त्याच्यासाठी आणि त्याच्या संगतीत लिओनार्दोने पशुशरीरांचे प्रत्यक्ष परीक्षण केले आणि शरीररचनेची पुष्कळ चित्रे काढून ठेविली. हृदयाच्या डाव्या उजव्या भागातील पडद्यात रक्त जाण्यायेण्यास वाटा नाहीत, वरच्या खालच्या भागातील द्वारात झडपा आहेत, त्यामुळे रक्त केवळ एका विशिष्ट दिशेनेच जाऊ शकते असे त्याने स्पष्ट केले. पल्मनातून हृदयात हवा येण्याजोगी वाट नाही असेही त्याने प्रतिपादन केले. त्याच्या नंतर **व्हेसालिउस** याने शरीररचनेसंबंधी प्रत्यक्षानुसार ग्रंथ लिहिला. त्यात दोन विसर्जकात रक्त जाण्यायेण्यास वाट नाही असे सांगितले आहे. सोळाव्या शतकात **ग्यालीलिओ** या विज्ञानाचार्यांचा उदय

झाला. त्याचा अभ्यासविषय आरंभी वैद्यक हाच होता; परंतु नंतर त्याचे लक्ष यामिकविषयाकडे अधिक लागले. त्याने अनेक प्रयोगसाधने कल्पिली आणि तयार केली. कालमापनाकरता त्याने प्रथम मनगटावरील नाडीचा उपयोग केला पण नंतर अधिक निश्चित साधने कल्पून शेवटी लंबकाचे घड्याळ करण्याची योजना केली. त्याने दुर्बिण तयार केली आणि निकटदर्शी साधनही केले. ग्यालीलिओच्या शिष्य–उपशिष्यांनी या साधनांचा उपयोग तर केलाच पण विकासही केला. निकटदर्शी साधनांच्या उपयोगाने **लेबनहोक** याने गात्रपरीक्षण केले; आणि **विलियम हार्वे** याने रुधिराभिसरण कसे चालते याविषयी विवेचन केले.

तेराव्या शतकात एक अरब चिकित्सक **अबू इब्न सेना** याने रुधिराभिसरणा-संबंधी एक महत्त्वाची गोष्ट उघडकीस आणली ती अशी की, रक्त हृदयाच्या उजव्या विसर्जकातून पल्मनात जाऊन डाव्या आदायकात परत येते. तथापि ही गोष्ट त्याच्या नंतरही तीन शतके जाईपर्यंत कोणाच्या ध्यानात आली नाही. सोळाव्या शतकात ही गोष्ट तिघा चौघांच्या ध्यानी आली, परंतु एकंदर **रुधिराभिसरण** कोणाच्याच ध्यानात आले नाही. यासंबंधी सुसंगत विवरण करण्याचे श्रेय प्रथमत: इंग्रज चिकित्सक **विलियम हार्वे** याने संपादन केले. ते त्याने १६२८ त एका ७२ पानी पुस्तकात प्रसिद्ध केले. या पुस्तकातील निबंधाची भाषा लाटीन आहे. रक्त हृदयातून निघते ते हृदयातच परत येते आणि त्याच्या जाण्यायेण्याच्या वाटात वाहतूक एकाच नेमक्या दिशेने चालते, ही हार्वेच्या सिद्धांताची मर्मस्थाने आहेत. ही ज्या अवलोकनांवर आधारली होती ती अवलोकने अशी :- (१) हृदय व वाहिन्या यात झडपा आहेत त्या एकाच दिशेने उघडतात. (२) हृदय आकुंचित आणि विस्फारित होते तेव्हा त्यातील रक्त बाहेर पडते आणि त्यात येते. (३) धमनी[1] कापली असता हृदयाच्या स्पंदनानुसारच तिच्या नेदीय छेदातून रक्त बाहेर पडते. त्यात जोरही मोठा असतो. शिरा[2] कापली असता उलट परिणाम दृष्टीस पडतात. शिरा बांधून बंद केली असता तिच्या नेदीय भागाशी ती लुली पडते आणि दवीय भागाशी फुगत जाते. हृदयातून बाहेर पडते ते रक्त धमन्यात जाते यात शंका नाही. तेव्हा ते शिरांवाटे परत येत असले पाहिजे यातही शंका घेता येत नाही. १ धमनी = प्रवा. २ शिरा = प्रतिवा.

इतके विवेचन झाले तरी रक्ताचे धमनीतून सिरेत जाणे तर्कानेच जाणावे लागले. सतराव्या शतकाच्या अखेरच्या दशकात सूक्ष्मदर्शनाची साधने तयार झाली. त्यांच्या साहाय्याने **लेबनहोक** याने परिवाहिन्या पाहिल्या. तेव्हा ही गोष्ट दृष्टार्थाने सिद्ध झाली. लेबनहोक याने परिवाहिन्या पाहिल्या तशाच रक्तपेशिका

पाहिल्या, रेतुकपेशिका पाहिल्या आणि मांसतंतूंची पट्टेरी रचनाही पाहिली. **माल्पीघी** याने बेडकाच्या पल्मनातल्या परिवाहिन्या पाहिल्या.

सतराव्या शतकाच्या पूर्वार्धात **दे कार्त** म्हणून एक फ्रेंच विज्ञानी होऊन गेला. त्याने इंद्रियविज्ञानविषयक स्वतंत्र ग्रंथ लिहिला. त्यात त्याने असे प्रतिपादन केले की, फक्त माणसालाच आत्मा असतो तो पायनीपिंडात राहतो, चेतन्या पोकळ असतात त्यातून एक द्रव वाहते त्याने सर्व अवयवांचा सहकार साधतो; प्राणी ही सजीव यंत्रेच आहेत; यांत्रिक तत्त्वावर सर्व हालचालींची उपपत्ती लावता येते.

दा विंची व ग्यालीलिओ यांनी दंडाधार यत्न आणि भार यांचे संबंध विशद केले होते. त्यांच्याच आधारावर शरीरातील स्नायुरूप यंत्रांचे विवरण दे कार्त याने केले तसेच ते **बोरेल्ली** नामक एका विज्ञात्याने केले. बोरेल्ली हा ग्यालीलिओ आणि माल्पीघी या दोघांचाही स्नेही होता, **स्टाल** नामक विज्ञात्याने दे कार्त याच्या, पशुपक्ष्यादिकाना आत्मा नसतो, या मताचा जोरदार प्रतिकार केला. बेल्जियन विज्ञाता **फॉन हेल्मोंड** याने असा दावा मांडला की आत्मा बरगड्यांच्या कोनात असतो.

मानवी शरीरांतर्गत अवयवाचे प्रत्यक्ष निरीक्षण करून त्यांचे काटेकोर वर्णन करणे ही मोठी अवघड गोष्ट होती. ती ज्यानी परिश्रमपूर्वक केली त्यांच्या आदरार्थ त्या त्या अवयवांना त्या संशोधक माणसांचीच नावे द्यावयाची, अशी प्रथा प्रस्तुत शतकाच्या आरंभापर्यन्त होती. अशी शेकडो नावे या वेळेपर्यन्त जमा झाली होती. ती सर्व सांप्रत काढून टाकलेली आहेत. नाइलाज म्हणून चार दोनच राहिलेली आहेत. परंतु नवी नावे रूढ करण्याचा नियम करूनही दोन तीन नावे बहुतोमुखी झाली आहेत ती जात नाहीत. ती नावे फालोपियन ट्यूब, ग्राफीयन फॉलिकल आणि यूस्टाशियन ट्यूब ही होत. **फालोपिया** आणि **यूस्टाशिओ** हे दोघे इटालियन सोळाव्या शतकात होऊन गेले. **यूस्टाशियन ट्यूब** म्हणजे ग्रसश्रवनळी आणि **फालोपियनट्यूब** म्हणजे कुक्षियोगी नळी. **ग्राफे** हा विज्ञानी सतराव्या शतकात होऊन गेला. त्याने अंडुकीतील कुटीरांचे वर्णन केले त्या कुटीरांना ग्राफीयन फॉलिकल म्हणतात. सोळाव्या शतकात **वरालिओ** नामक एक इटालियन होऊन गेला, त्याने मस्तक व मस्तिक यांना जोडणारा सेतु वर्णन करून सांगितला त्या सेतूला त्याचे नाव दिले गेले. सांप्रत त्याला नुकतेच सेतु या अर्थाचे 'पोन्स' हे नाव राहिले आहे. पूर्वी त्याला 'पोन्स वरोली' म्हणत. **यालाच आपण मस्तुष्क म्हटले आहे.**

रुधिराभिसरण समजले पण श्वसनक्रिया आणि विशेषतः तिचा एकंदर जीवनाशी संबंध समजणे कठीण आहे. तथापि तीही गोष्ट पुष्कळ अंशी सतराव्या शतकात घडून आली. वायूचा स्वभाव समजणे ही गोष्ट कठीण आहे. ती साधण्याकरता विशेष प्रयोगसाहित्य आणि प्रयोगकौशलही पाहिजे ते बॉइल या विख्यात विज्ञात्यापाशी होते. त्याने वायूचा सामान्य स्वभाव जाणला, इतकेच नव्हे तर वायूंच्या निरनिराळ्या जाती ओळखल्या. तथापि त्यांचे मूलभूत रासायनिक संबंध त्याच्याही ध्यानात आले नाहीत. ती गोष्ट अठराव्या शतकाच्या उत्तरार्धात फ्रेंच रसायनी **लाव्हासिये** याने जाणली. प्रयोग–कौशल्य आणि तर्कबुद्धीही लढवून त्याने ज्वलनासंबंधी उपपत्ती बसविली. **बॉइलने** रक्तातून वायू काढले होते आणि हवेचा एक घटक जीवनावश्य आहे हेही ओळखले होते. त्याचवेळी **ब्लॅक** याने कोद्ववायू वेगळा ओळखला होता. तथापि त्याला त्याची रासायनिक घटना उमगली नव्हती. **लाव्हासियेला** ती उमगली. त्याने पुष्कळ अन्नद्रव्ये जाळून कोद्व मिळविला, आणि हीच गोष्ट शरीरात घडत असली पाहिजे असे प्रतिपादन केले. तथापि शरीरात म्हणजे कोणत्या अवयवात ? या प्रश्नाचे उत्तर त्याला यथातथ्य देता आले नाही. ज्वलन पल्मनात घडते असे त्याला वाटे ते योग्य नव्हते. ही गोष्ट नीटपणे उलगडून गात्रागात्रात घडणाऱ्या विक्रिया समजून येण्याच्या मार्गास लागण्यास पाऊणशे वर्षे लागली. १८३७ मधे मॅग्नस याने या गोष्टी पुष्कळशा अभ्यासल्या आणि नीटपणे उलगडून दाखविल्या. तरी त्या जात्याच क्लिष्ट असल्याने अनेक प्रयोगविशारदांचे श्रम खर्ची पडल्यानंतरच त्यांची समाधानकारक उपपत्ती लागली. इतके होईतो विसावे शतक येऊन ठेपले. **हाल्डेन** यांनी यासंबंधी निर्णायक प्रयोग केले ते १९०० च्या जवळपास केलेले आहेत.

१७५२ त लंडनमधे विलियम **स्मेली** याने प्रसूतिविषयावर एक पुस्तक लिहिले. त्याचा शिष्य **विलियम हंटर** याने गर्भधारी कुक्षिशारीर लिहिले त्यात त्याने कुक्षीचे विविध नकाशे गोविले होते. त्याचाच भाऊ **जॉन हंटर** याने पाचशे जातींच्या प्राण्यांचे छेदपरीक्षण केले. याशिवाय मानवी अविकृत आणि विकृत देहातील इंद्रियांचे तेराशे नमुनेही तयार करून ठेवले. त्यामुळे शारीरशास्त्राच्या अभ्यासाला उत्तम सामग्री उपलब्ध झाली. एकोणिसाव्या शतकाच्या पूर्वार्धात झेक विज्ञानी **पुर्किंजे** याने हृदयाचे मांस तपासले आणि त्यातील विशिष्ट पेशिकांचे वर्णन केले, मस्तिकातील विशिष्ट पेशिका पाहून त्यांचे वर्णन केले आणि सूर्यप्रकाशाविषयी एक गोष्ट सांगितली ती अशी की, प्रकाशाची तीव्रता पुष्कळ

असली म्हणजे उत्कृष्ट आकलन पिवळ्या किरणांचे होते, परंतु ती कमी झाली म्हणजे उत्कृष्ट आकलन हिरव्या किरणांचे होते. पुर्किंजे याने आणखी एक सूक्ष्म अवलोकन केले ते अपिस्तराच्या केसलांच्या हालचालींचे. याच काळात इंग्रज विज्ञानी **डॉ. यंग** याने नेत्राचा पुष्कळ तपशीलवार अभ्यास करून एका ग्रंथात लिहून ठेवला. आद्य दृष्टिसंवेदने तांबडे निळे हिरवे अशी तीनच असतात, त्यांच्या मिलाफाने इतर संवेदने उत्पन्न होतात, असे त्याने प्रतिपादन केले. एकोणिसाव्या शतकाच्या उत्तरार्धात जर्मन विज्ञानी **हेल्महोट्स** याने यंग याचा पाठपुरावा केला आणि नेत्रविज्ञानविषयक पुष्कळच अधिक माहिती, प्रयोग साधने नवी निर्माण करून, मिळविली. त्यानेच श्रोत्रकार्याचे विवेचन करून स्वन-मापन केले, निनादनाची उपपत्ती लावली, चेतनीतन वाहण्याची त्वरा मापली आणि शक्तिनित्यत्व गणिती उपपत्तीने प्रस्थापित केले. १८५१ त **कोर्टी** याने श्रवणचेतनीच्या अंत्य भागाचा विशेष अभ्यास केला.

मेंदू आणि पाठकण्यातील कशा यातून निघणाऱ्या नसा (चेतन्या) यांचे कार्य काय यासंबंधी तपास करणे विशेष बिकट आहे. हा तपास करण्याचा उपक्रम प्राचीन काळी गालेन याने केला होता. परंतु त्यानंतर कैक शतके उलटली तरी या विषयास कोणी निकराने हात लावला नाही. १७५७ त स्वीडनमध्ये **हालर** याने हा उद्योग हाती घेतला. त्याने असे सांगितले की, मांसाचे संकोचन-सामर्थ्य स्वयंभू असते. मेंदूतून त्यात वायू जातो म्हणत असत ते खरे नव्हे, त्यातून प्रेरणा मात्र जाते. नसाप्रेरणेने संकोचनसामर्थ्य प्रकट होते, मेंदूच्या सालीत विचार करण्याचे सामर्थ्य असते आणि सर्व नसा मेंदूत एकवटतात, असे तो सांगे. **बेल** नामक स्कॉट आणि **माजांडी** नामक फ्रेंच विज्ञात्यांनी कुत्र्याच्या पाठकण्यावर प्रयोग करून कशाचेतन्यांच्या मागल्या पुढल्या मुळांच्या कार्यात फरक आहे असे १८२० च्या सुमारास स्पष्टपणे निदर्शनास आणले. १८४० च्या सुमारास मार्शल **हॉल** याने परावर्तन-क्रिया आणि तिच्यासंबंधी चेतनामार्ग व्यवस्थितपणे सांगितले. एकोणिसाव्या शतकाच्या उत्तरार्धात इंग्रज विज्ञानी **वालेर** याने कशेच्या आडव्या छेदमालिकांचा अभ्यास करून तिच्यातील तंतूंचे माग काढले. कशा टणक करणे, रंगवणे इ. गोष्टी त्याने प्रचारात आणल्या आणि तो क्लिष्ट उद्योग सतत चालवला. वालेर याने केलेल्या उद्योगाच्याच धरतीवर प्रयोगनिरीक्षण करून चेतनी-तंतूंच्या विविध वृंदांचा तपास पुष्कळ संशोधकांनी केला. त्यातील प्रमुख **बुर्डा, गॉल, गॉवर, मोनाको, एडिंगर, फ्लेमिंग** व **क्लार्क** हे होते. **ब्राऊन सेकार्ड** याने कशाछेद करून चेतावणी देण्याचे परिणाम पाहिले. त्याने कारुणिक तंतूचाही

काही तपास केला. असाच तपास त्याच्या पूर्वी १८५२ त क्लोद बर्नार्ड यानेही केला होता.

मस्तकामधे जी प्रमुख दरिका वरून खाली व पुढे आलेली दिसते तिच्या पुढे मागे संचलन व संवेदन यांची मर्मे असतात, ही गोष्ट १८०९ मधे **रोलांडो** याने प्रयोगावरून निदर्शनास आणली. १८६१ मधे ब्रोका याने वाचामर्मांचा शोध लावला. १८६० च्या सुमारास **फ्लोरेन्स** याने श्वसनमर्म मस्तुकात आहे हे दाखवून दिले. त्याने मर्मविनिश्चयाकरता मस्तक व मस्तिक यांच्या अपाकरणांचे पुष्कळ प्रयोग केले. एकोणिसाव्या शतकाच्या उत्तरार्धात सूक्ष्मदर्शनाची बरीच प्रगती झाली. **हेनले** आणि **बोमन** यांनी मूत्रपिंडाच्या अंतर्गत रचनेचा चांगला तपास केला.

विसाव्या शतकारंभी **लँग्ले** याने कारुणिक तंतूचा प्रायोगिक तपास चालविला. निकोटीन हे द्रव्य तंतूवर फासणे हा उपाय त्याने प्रचारात आणला. गोल्टझ याने बेडूक व कुत्रा यांचा मेंदू व कशा यांचा संबंध तोडून परिणाम पाहिले. शेफर याने माकडाचा मेंदू तपासला. १८७४ त फेरियर याने कपींवर प्रयोग केले आणि संचालनमर्मे आखली. १८७९ त त्याने ती माणसावरही आखण्याचा प्रयत्न केला. **शेरिंगटन** याने १८९५ ते १९१७ त चिंपांझीवर प्रयोग करून संचलनमर्मे निश्चित केली. १९०७ मध्ये त्याने याविषयी ग्रंथ लिहिला त्यात त्याने अन्योन्य चेतन स्पष्ट केले. मेंदूत चलनकेंद्रे आहेत, स्नायुकेंद्रे नाहीत, असे त्याने प्रतिपादन केले.

एकोणिसाव्या शतकाच्या आरंभीच वेबर आणि फेक्नर यांनी संवेदन आणि तत्प्रेरणा यांचा मानसंबंध सांगितला. १८४३ त **ड्यूब्वा रेमा** याने चेतनेने चेतनीत उर्जभेदतरंग उत्पन्न होतात हे निदर्शनास आणले. यानंतर लुडविग याने चलनालेख घेण्याचे साधन निर्माण करून पशूमध्ये 'अवसादक चेतनी' असते असे दाखवून दिले आणि मस्तुकातील वाहिनीचालक मर्म हुडकून काढले. १८९३ त **विलियम् हिस** आणि **केंट** यांनी हृदयातील आदायक व विसर्जक संपुटांच्या मधे एक वीजवाही धाग्यांचा जुडगा पाहिला आणि त्याचे वर्णन केले. याला ते आदाविसर्जक वृंद म्हणत. १९०७ मधे आर्थर **कीथ** आणि **फ्लॅक** यांनी उजव्या आदायकात एक लहानशी चकती हृदयाच्या स्पंदनाचा ताल धरणारी म्हणून सांगितली. त्या आधी १९०३ त **विलियम् एन्थोवेन** याने हृद्वीजालेख घेण्याची क्लृप्ती काढली होती. १९२९ त **जो बर्गर** याने मस्तुवीजालेखही कल्पिला आणि सिद्ध केला. विजेच्या शास्त्रातील प्रगतीचा आधार मिळाल्यानेच या गोष्टी होऊ शकल्या हे उघड आहे.

शरीरात ऊर्वसंयोगाने उष्णता उत्पन्न होते हे लव्हासिये याला समजले तेव्हा त्याला असेही आढळून आले की परिश्रमाने शरीरातील ऊर्वण वाढते आणि त परिश्रमाविनासुद्धा हवा अधिक थंडावल्याने वाढते. त्याच्या मागून पुष्कळ रसायनी लोकांनी अन्न आणि शरीरातील त्याच्या घडामोडी यांचा अभ्यास केला. त्यांनीच शरीरातील उष्मोत्पत्तीचीही मोजणी करण्याचा प्रयत्न केला. या दोनही गोष्टी अवघडच होत्या. परंतु एकदा त्याचा ध्यास घेतल्यानंतर एका मागून एक अधिक बिनचूक प्रयोग-पद्धती सुचत गेल्या आणि साधनेही निर्माण करण्याचे सुचत गेले. १८१६ त माजांडी याने कुत्र्याच्या आहारावर प्रयोग करून त्याच्या जीवनास मांस अवश्य आणि धान्ये व ओषट अनवश्यक ठरविली. १८४० त लायबिग याने प्रोतीनचयनाचे मोजमाप केले. **रेनो** आणि **रैसे** यांनी श्वसित ऊर्व आणि उच्छ्वसित कौद्व मोजून त्याचा भागाकार किंवा त्यांचे गुणोत्तर देहभार व देहपृष्ठ यांशी संबद्ध आहे असे प्रतिपादन केले. हे प्रयोग त्यांनी १८४९ त विविधजातींच्या पशूवर केले. १८५२ त **बिडर व श्मिट** यांनी कुत्र्याचे मूलभूत चयन मोजले. त्याच वेळी व्हाइट याने कुत्र्यातील नत्रचयापचन मोजला. तो उपवासकालातल्यापेक्षा इतर कालात अडीच पट भरला. त्यांच्या प्रयोगात प्रोतीन ते नत्र हे गुणोत्तर ६·२५ निघाले. नत्र-उत्सर्ग बहुतांशी मूत्रीय या द्रव्यात होतो असे त्यांना आढळले. त्यानी माणसावरही प्रयोग केले. आहारात शार्करद्रव्य अत्यल्प ठेवले असता श्वसनगुणोत्तर ०·६९ येते असे त्यांना आढळले. यानीच माणसावरील उष्मोत्पत्ती मोजण्याच्या प्रयोगाकरता १८६२ त मोठी कोठडीही तयार केली. त्या कोठडीत त्यांनी व्यायामाकरता पायगाडी ठेवलेली होती.

१८८५ मध्ये **रब्नर** याने चयनविषयक प्रयोग केले आणि अन्नद्रव्याची विशिष्ट चयनोष्णताही मोजून ४·१, ४·१ व ९·३ हे अंक निश्चित केले. पचनकाली होणारा अन्नविशिष्ट उष्मोद्गार त्यांनी मोजून काढला. रब्नर याचा शिष्य **ॲटवाटर** याने १८९२ मधे विशेष चांगली उष्ममापी कोठडी तयार केली. १९१० मध्ये **हाल्डेन** याने **डग्लस्** पोतडी आणि वायुमापनाचे उपकरण सिद्ध केले. तेव्हा कोठडीची आवश्यकता पुष्कळ अंशी कमी होऊन प्रयोगसुलभता वाढली.

१८८१ त **व्हाइट** याने प्रोतीन ११८, ओषट ५६ आणि शार्कर ५०० ग्राम असा योग्य आहार ठरविला होता. परंतु त्यातील प्रोतीन अतिशय आहे अशी शंका घेऊन **शिटेंडन** याने १९०२ नोव्हेंबर पासून १९०४ जूनपर्यंत ३० ते ३५ ग्राम प्रोटीन असलेला आहार स्वतः घेऊन प्रकृती उत्तम राहते असा अनुभव सांगितला,

आणि पूर्वी किंचित् संधिरुजा होती तीही गेली, असाही विशेष अनुभव सांगितला. सैनिकाची प्रकृती उत्तम राहण्यास ५० ग्राम प्रोतीन पुरते असेही त्याने प्रयोगसिद्ध केले. प्रोतीन उत्तम प्रतीचे नसले तर हे अंक दीडपट किंवा दुप्पट येतात, असा त्यानंतर इतरांना अनुभव आला.

पचनक्रियेतील शास्त्र समजून घेण्याला रसायनक्रियांचे ज्ञान हेच प्रमुख आहे. पचनाच्या स्थूल हालचाली समजणे हे त्याहून सोपे आहे. पचनेंद्रिये दृष्टी आड असल्यामुळे त्या समजून येण्यास पारायणी किरणांचा पुष्कळ उपयोग होतो तसा तो एकोणिसाव्या शतकाच्या शेवटी **कॅनन** याने प्रथम करून पाहिला. रसायनशास्त्राच्या ज्ञानाचा उपयोग या बाबतीत करून पाहण्यात तरी अडचण आहे ती निर्भेळ पाचक रस मिळवण्याची. अठराव्या शतकाच्या अखेरीस स्टीबेन्स याने या कामी एक युक्ती योजली. त्याने दोऱ्याला स्पंज बांधून तो गिळला आणि मग तो वर काढून तपासला. १८२३ त प्रौस्ट याने जठरात हराम्ल असल्याचे सांगितले. १८२५–३३ त **बोमाँट** याला एक चांगली संधी लाभली ती अशी की, एका सैनिकाच्या जठरात गोळी लागून तेथे पाचक रस वाहून येण्याला अन्यपथ तयार झाला. त्या वाटे येणारे स्राव त्याने तपासले. १८४२ त बासो याने पशूत मुद्दाम अन्य पथ तयार करून स्राव तपासण्याची पद्धती चालू केली. १८३५ ते १८७६ पर्यंत जठर व प्रपाचक यातून येणारी वितंचके उघडकीस आली.

आतापर्यंत ज्या संशोधकांची नावे सांगितली ते सर्व रूसदेशाबाहेरचे आहेत. रूसी लोक विद्याभ्यास करीत नव्हते असे नाही. परंतु त्यांचा संपर्क इतर देशांशी विशेष नव्हता. इतरत्र ज्या गोष्टी चालू होत्या त्या तेथेही चालू होत्या, पण इतरत्र विशेष उत्कटपणे दोघांच्या संशोधनाचा प्रभाव पडला त्या दोघांपैकी एक **मेक्निकोव्ह** याने रक्तातील पराक्रमुक पेशिका पाहिल्या त्या १८८४ त. नंतर १८९९ त पावलोव याने आतड्यातील वितंचकांचा अभ्यास करून त्यांचा परस्परावरील परिणाम दाखवून दिला. **पावलोव** याची **शुद्ध पाचक स्राव** मिळविण्याची रीत विशेष कुशलतेची होती. त्याने आपले प्रयोग बहुशः कुत्र्यांवर केले. परंतु जेव्हा माणसावर प्रयोग करण्याची संधी मिळे तेव्हा तेव्हा तो तिचा संशोधनाच्या कामी उपयोग करून घेत असे. त्याचा शिष्यपरिवार मोठा होता आणि त्याच्याजवळ प्रयोगसाहित्यही विपुल होते. त्याच्या या संशोधनकार्याचा गौरव म्हणून त्याला १९०४ चे नोबेल पारितोषिक देण्यात आले. पचनविषयक बरेच काम केल्यानंतर पावलोव याने दुसरे काम हाती घेतले ते **संवर्तन** विषयाचे. हे त्याने १९०३ ते १९३५ पर्यंत चालविले. पाचकरस मिळविण्याची पावलोव याची रीत अशी :– ज्या कोठ्यातील स्राव तपासावयाचा त्या कोठ्यातून

त्वचेपर्यंत एक नलिकामार्ग तयार करावयाचा. स्वाभाविक स्रोत असेल तर तो त्वचेपर्यंत वळवावयाचा. नवा मार्ग करणे तो कोठ्याच्या तटातून करावयाचा. हा मार्ग स्वाधीन राहू शकतो. पाहिजे तेव्हा त्यातून स्राव बाहेर घ्यावा, पाहिजे तेव्हा स्वाभाविक मार्गात जाऊ द्यावा असे करता येते. कृत्रिम मार्ग केल्यानंतर पशू शस्त्रकर्माची व्यथा ओसरून चांगला खडखडीत निरोगी स्थितीत राहतो. त्याच्यापासून पाहिजे तेव्हा स्राव घेता येतो. पाचक कोठ्याचा भाग वेगळा करून त्याला मार्ग करता येतो. अशा रीतीने निरोगी शरीरातून अन्नाची मिसळ न होता इतर भागात पचन चालू असता स्राव मिळू शकतो.

अन्नद्रव्यांचा अभ्यास शरीराबाहेर करता येतो तसा तो एकोणिसाव्या शतकात झालाही. अन्नाचे शरीरात काय घडते, किंबहुना शरीराची रासायनिक घटना कशी असते ? या गोष्टींचा तपास प्रस्तुत शतकारंभी होऊ लागला आणि सांप्रत जोरात चालू आहे. यासंबधी जे शास्त्र त्यास **जीवरसायन** म्हणतात. शरीरवर्तनाच्या अवलोकनावरून काही प्रश्न उत्पन्न होतात ते सोडविण्याकरता असले उद्योग करावे लागतात. आरोग्यासंबंधी जे प्रश्न उपस्थित झाले आणि ज्यावरून शेवटी **जीवनसत्त्वे** कळून आली त्या प्रश्नांचा इतिहास पूर्वीच्या प्रकरणात दिला आहे. ते उलगडण्याच्या उद्योगांचा इतिहास दिला नाही आणि तो येथेही देण्यास अवसर नाही. त्या उद्योगाची फलिते त्या त्या ठिकाणी दिलेली आहेत. ती केव्हा प्राप्त झाली त्यासंबंधी टिपण मात्र येथे दिले आहे :—

जीवनसत्त्व A व B	इतरापासून पृथक् करणे	१९२१
A	पृथक् करणे	१९३७
B_1	ओळखणे	१९१२
	पृथक् करणे	१९२७
B_2	ओळखणे	१९३४
B_3	ओळखणे	१९२८
B_5	ओळखणे	१९३०
B_{12}	पृथक् करणे	१९४८
C	ओळख	१९१९
	संश्लेषण	१९३३
D	पृथक्करण	१९३२
D_2	पृथक्करण	१९३१
E	संश्लेषण	१९३८
K_1	संश्लेषण	१९३९
K_2	विश्लेषण	१९४०

संधुक्षांचा शोध हा जीवरसायनाचा दुसरा महत्त्वाचा भाग आहे. संधुक्ष ही कल्पना १९०५ त निघाली आणि **बेलिस** व **स्टार्लिंग** यांनी त्या अर्थी 'होर्मोन' शब्द सुरू केला. असे असले तरी या विषयाच्या अंगभूत गोष्टी त्या पूर्वीही थोडयाबहुत कळून आलेल्या होत्या. १८४९ त **बर्नोल्ड** याने असे पाहिलेले लिखित आहे की, खच्ची कोंबडयावर जर दुसऱ्या कोंबडयाच्या मुष्काचे कलम केले तर त्याला पूर्वी तुरा नसतो तो उगवतो. त्याच्या नंतर १८८२ त **शिफ** याने घंटिक प्रपिंड काढून टाकल्याने येणारी उणीव तसलाच प्रपिंड कलम केल्याने भरून निघते हे पाहिले होते. १८९१ त **मरे फॉक्स** याने कलम करण्याऐवजी अर्क तोंडावाटे देण्यानेही तोच परिणाम होतो असे अनुभव घेतले होते. १८९५ त **बॉमन व रूस** यांनी घंटिकात आयोदकार्बनी संयुग असल्याचे सिद्ध केले.

१९१४ त **केंडाल** याने घंटिक संधुक्ष शुद्ध केले. १९२६–२७ त **हॅरिंगटन** व **बारगर** यांनी तेच कृत्रिम रीतीने तयार केले. १९२५ त परिघंटिक संधुक्ष **कॉलिप** याने तयार केले. १९२९ त **स्विगल** व **फीफनर** यांनी अधिवृक्क कवचार्क काढला, आणि केंडाल याने त्यातील घटक द्रव्ये शोधून काढली. १९३५ त **इव्हान्स** इत्या िंनी पिहितप्रपिंडातून वृद्धिकर संधुक्ष बाजूला काढले. पिहितात रक्तदाब वाढवणारे द्रव्य आहे हे पूर्वीपासून माहीत होते ते त्याच्या 'पश्च खंडात मर्यादित असते असे **हॉवेल** याने १८९८ दाखवून दिले होते. नंतर १९२८ त **काआम** इ० नी दाखविले की त्याच खंडात दमनवर्धक आणि कुक्षिप्रेरक अशी दोन वेगळी संधुक्षे असतात. १९२९ पासून पुढे अंदुकी आणि मुष्क यातील संधुक्षे अनेक संशोधकानी अभ्यासली आणि त्यातील काहींची कृत्रिम सिद्धीही घडवून आणली.

प्राचीनकाळी सूक्ष्मदर्शी साधने नसल्यामुळे गर्भोत्पत्तीविषयी फारच विपरीत कल्पना रूढ होत्या. **हिपोक्राटीस** याने सांगितले आहे की, स्त्रीपुरुषांच्या सर्वांगातून अंश निघून गर्भाशयात जमतात तेव्हा गर्भ निर्माण होतो. **आरिस्टोटल** याने सांगितले आहे की, मासिक रजस आणि रेत यांच्या संयोगाने गर्भ निर्माण होतो आणि त्यांपैकी ज्याचे आधिक्य असेल त्याच्यासारखे अपत्य निर्माण होते. अंदुकीचा या गोष्टीशी काही संबंध आहे हे त्यास माहीत नव्हते. गालेन याने मुष्कातील रेताप्रमाणेच अंदुकीतूनही स्त्रीरजस् निघते असे सांगितले आहे. काही अवयव रेतापासून तर काही रजसापासून उत्पन्न होतात असे तो मानीत असे. हृदय व यकृत रजसापासून तर मेंदू रेतापासून उत्पन्न होतो असेही त्याने म्हटले आहे. **हार्वे** हा मोठा विज्ञानी पण त्याचेही मत असे होते की, रेताचा साक्षात् संबंध गर्भाशी मुळीच

नसतो, लोहचुंबकाने जसे लोहाला बळ यावे तसे रजसाला दूरवरच्या रेतापासूनच बळ येते. गर्भात सर्व अवयव आरंभापासूनच तयार असतात, त्यांची केवळ आकार-वाढ नंतर होते; असे एक मत अठराव्या शतकाच्या उत्तरार्धापर्यंत जाणत्या लोकातही रूढ होते. जसे बीजामधे झाडाचे तसे रेतामधेच देहाचे सर्व अवयव सिद्ध असतात त्यांना रजसाने केवळ पोषण मिळावयाचे असते असेही एक मत त्याच वेळी प्रचलित होते.

१६७८ त **लेबनहोक** याने रेतुके पाहिली होती, परंतु ते उपद्रवी जंतू असावेत असे पुष्कळ विज्ञानी लोकांनाही वाटे. १८४१ स **कोलिकर** याने मुष्कात त्यांची उत्पत्ती पाहिली. त्यानंतर मात्र या मिथ्यावादाचा लोप झाला. १८२७ त **बेअर** याने अंडुकाचे बरेच चांगले निरीक्षण केले होते. सूक्ष्मनिरीक्षणानेच अखेरीस गर्भविज्ञान आटोक्यात आले. अल्पवयी गर्भ जसजसे मिळत गेले तसतसा हा विषय अधिकाधिक सुलभ होत गेला. १८८९ त १९ दिवसांचा गर्भ स्पी यास, १८९९ त १४ दिवसांचा गर्भ **पीटर** यास, १९०८ त १२ ते १३ दिवसांचा **ब्राइस** व **टीचर** यास, १९१३ त ११ दिवसाचा **मिलर** यास, १९४२ त ७ ते ८ दिवसांचा **हर्टिग्** व **रॉक्** यास उपलब्ध झाला.

(A Short history of medicine -Singer and Underwood.)



संकीर्ण सूची

इंग्रजी



संकीर्ण शब्दसूची

(आयुर्वेदातील शब्द इतिहास प्रकरणात सापडतील)

प्राचीन विशेष नामे

सूची–ग्रंथनामे

संदर्भग्रंथ

A Textbook of Biochemistry – Mitchell
A Short History of Medicine – Singer and Underwood
Biochemistry for medical students – Thorpe
Chemistry of food – Shermann
Heridity and Politics – J. B. S. Haldane
Human physiology – Chatterjee
Human Physiolgy – Housey
Nutrition in India – Patwardhan
Physical basis of personality – Motram
Principles of human Physiology – Davson and Eggleton
Synopsis of Biochemistry – Harper
Speech and hearing – Fletcher
Textbook of physiology – Bykov

सूची– आधुनिक विशेष नामे